Dennis Gabor
Vernieuwing en uitdaging

Een praktische uitwerking van **Blauwdruk van de toekomst**

Van de Griekse denkwereld tot het 'crash-programma'—Van kwantiteit naar kwaliteit—Technische vernieuwingen—Biologische vernieuwingen—Sociale vernieuwingen—Binnenlandse en internationale vrede—Naar een harmonische samenleving

Pantoskoop

1970
NL: '71




Vernieuwing en uitdaging

Pantoskoop



Dennis Gabor

Vernieuwing en uitdaging

Een praktische uitwerking van *Blauwdruk van de toekomst*

Amsterdam Wetenschappelijke Uitgeverij N.V. 1971

Omslag: Harry N.Sierman GVN
Typografie binnenwerk: Alje Olthof GVN

Oorspronkelijke titel: *Innovations: Scientific, Technological and Social.* London, Oxford University Press 1970

Geautoriseerde vertaling naar de eerste druk 1970: A.G. Meyboom-Beenhakker

Omgezet naar pdf, tevens foutjes uit vertaling gehaald:
Fons Lefeber (2024)

ISBN 90 214 2529 7

Inhoud

1

Inleiding

Op het moment dat de 'Homo sapiens' -min of meer in zijn tegenwoordige vorm- op aarde verscheen, begon ook de vernieuwing. De eerste mens was toegerust met hetzelfde soort verstand, dat later de *Principia Philosophiae Naturalis* en de *Principia Mathematica* kon voortbrengen, maar de geest was nog zo goed als leeg. Eerst moest de grootste aller uitvindingen gedaan worden: taal; daarna kwamen werktuigen, wapenen en een primitieve sociale organisatie die paste bij landbouw en het domesticeren van dieren. Veel later pas kwam het schrijven en dat wat we nu historie noemen.

Wat heden ten dage vernieuwing genoemd wordt, heeft nog steeds een element in zich van het instinct dat de mens ertoe bracht zulke wonderbaarlijke dingen uit te vinden als pijl en boog, of zulke complexe sociale stelsels te ontwikkelen als het totemisme. Mechanische uitvindingen en sociale vernieuwingen bleven onmisbare maar ongemakkelijke partners van de prehistorie tot nu toe. Ze werden ontwikkeld door twee verschillende typen menselijke geest en beide werden voor lange perioden onderdrukt door het derde type mens, die niet gaf om techniek, noch om sociale vooruitgang, maar alleen om macht. Helaas verhaalt de historie meestal alleen de daden en misdaden van het derde type.

We hebben nu een punt in de evolutie bereikt, waarin dat soort historische ontwikkeling een halt moet worden toegeroepen. Na een lang en overwegend tragisch tijdvak van duisternis, werden zo'n driehonderd jaar geleden de systematische kennis van de natuur en de methode om te redeneren vanuit de feiten, en niet vanuit fantasieën, gevoegd bij de empirische

kennis van de ambachtsman. De eerste twee elementen samen noemen we wetenschap. Het samengaan van techniek en theoretische wetenschap resulteerde in de toegepaste wetenschap, die langzaamaan synoniem werd met moderne technische wetenschap. Zoals we allen weten, heeft deze nu een stadium bereikt, waarin ze de gehele beschaving, tenminste tijdelijk, kan vernietigen, of een nieuwe en gelukkiger wereld kan voortbrengen -als de mens maar rijp is voor zo'n wereld. De vooruitzichten voor de 'post-historische mens' zoals Roderick Seidenberg[1] hem schildert, zijn vaag. Als men in de verre toekomst blikt, wordt men door twijfel overvallen of de mens, dit vechtende dier, ooit in staat zal zijn een gelukkig bestaan op te bouwen. Men twijfelt ook of een dergelijke situatie, waarin de meeste van onze instinctieve en historische waarden ontkend worden en tenslotte zelfs de menselijke intelligentie overbodig wordt, wel de moeite van het nastreven waard is. Vele van onze grootste denkers, zoals Albert Einstein, kwamen tot de conclusie dat de 'Homo sapiens' zijn einde nadert.

Maar het instinct dat ons leidde van de naakte aap tot de moderne mens, zegt ons dat we niet op mogen geven. De mens heeft de natuur en zijn medemensen zowat honderdduizend jaar lang bestreden; nu zal hij zijn eigen aard moeten bestrijden. Uiteindelijk moet dit het doel zijn van elke vooruitziende vernieuwer in onze tijd en de komende jaren.

Op het moment zijn de vernieuwingen verschrikkelijk onevenwichtig. Na vele eeuwen waarin de verandering nauwelijks merkbaar was, en na een paar waarin elke technische vooruitgang werd gewaardeerd als menselijke vooruitgang, hebben we nu een stadium bereikt waarin de vernieuwing dwangmatig is geworden -maar alleen op technisch gebied. Er is een groot gevestigd belang ontstaan, zelfs los van het militair-industrieel complex, belichaamd in de 'avant-garde' industrieën en onderzoeks-organisaties, die geloven dat ze moeten 'vernieuwen of sterven'. Dit culmineerde in de landing van de mens op de maan, een prachtige triomf voor de toegepaste

wetenschap en voor een briljant stuk organisatie en samenwerking, op een moment dat de meeste weldenkende Amerikanen vervuld waren van ernstige twijfels ten aanzien van de gezondheid van hun samenleving.

De tijd van de uitvindingen in de gewone zin van het woord is nog niet voorbij. Het wetenschappelijk-technisch complex dat we geschapen hebben, zal er meer voortbrengen, bijna automatisch, door zijn eigen traagheid, wat iets anders is dan conservatisme. Het is een traagheid volgens de eerste Wet van Newton (in feite van Galilei: 'Een lichaam blijft in eenparig rechtlijnige beweging, tenzij er een kracht van buitenaf op inwerkt'. We kunnen er zeker meer en goedkopere energie van verwachten, een nog dichter communicatienet en een revolutionaire verbetering van de informatieverwerking. Maar veel belangrijker vernieuwingen, wat betreft hun menselijke en sociale implicaties, kunnen verwacht worden van de biologische wetenschappen, die op het moment veel minder invloed hebben. Zij hebben het evenwicht in onze wereld al aardig in de war gebracht door hun macht over de dood, nu kunnen ze het nog verder verstoren door genoeg voedsel te gaan verschaffen voor vele miljarden mensen meer, totdat de wereld op een onverdraaglijke manier overbevolkt raakt. Het is ook bijna zeker dat ze ons methoden zullen verschaffen om de geest onder controle te houden -methoden die ten goede en ten kwade gebruikt kunnen worden.

Zullen we in staat zijn, de machthebbers in de macht te houden? Daar is geen simpel antwoord op mogelijk. De tijd van de eenvoudige oplossingen ligt al lang achter ons, al lijden we nog steeds onder de simplistische slogans van de negentiende eeuw, zoals: 'Vrijheid van ondernemen', of 'Gemeenschappelijk bezit van de productiemiddelen. We zijn al lang geleden begonnen aan het tijdperk van de compromissen, van de verzoening bij stukjes en beetjes van de menselijke aard en de gevestigde belangen met wenselijke doelstellingen, nationaal en internationaal. Helaas had de strijd met deze tegengestelde krachten de laat-

ste tijd merkbaar een negatieve invloed op het vooruitzien; we zien hoe de regeringen niet meer tien à twintig jaar vooruit plannen, maar slechts maanden.

Als dit nog langer doorgaat, krijgen we een catastrofe, ook zonder een alles vernietigende oorlog. Zoals het er nu uitziet, zal de wereldbevolking verdubbeld zijn in het jaar 2000 -en het jaar 2000 zou toch niet het einde van de wereld moeten zijn. Maar helaas is al ons streven en al ons optimisme verbonden met groei; *groeiverslaving* is de ongeschreven en onbeleden religie van onze tijd. In de industrie en ook voor de naties is groei synoniem geworden met hoop. Natuurlijk zal kwantitatieve groei nog vele jaren door moeten gaan, maar tenzij we ons op een keerpunt voorbereiden ruim vóór het eind van de eeuw, zal het al te laat zijn.

De historie moet tot een eind komen, de ongezonde kwantitatieve groei moet tot een eind komen; maar de nieuwe ontwikkelingen moeten niet tot staan komen -die moeten een totaal nieuwe richting op. In plaats van het blindelings toewerken naar grotere en betere dingen, moet men gaan werken aan een verbetering van de kwaliteit van het leven, liever dan alleen de 'hoeveelheid leven' te vergroten. Vernieuwing moet een nieuwe harmonie brengen, een nieuw evenwicht; anders leidt ze alleen tot een explosie.

Ik ben het met Arnold Toynbee's monumentale *Study of History* slechts ten dele eens, maar ik onderschrijf ten volle zijn thesis dat een beschaving die niet wordt uitgedaagd, te gronde moet gaan. Hier is dan een enorme uitdaging voor alle creatieve geesten van de nieuwe generatie: stop de ongezonde race naar overbevolking, stop de groeiverslaving, stop de bewapeningswedloop, vorm de nieuwe mens die vrede zal hebben met zichzelf en met de wereld.

Het ongeduld van de jeugd manifesteerde zich onlangs over de hele wereld in de vorm van universiteitsopstanden, maar ik zie dit eerder als een symptoom van de malaise van onze beschaving dan als een teken van zich helder bewust zijn van

haar nieuwe problemen. We hebben geen rebellen nodig, die instellingen willen opbreken, die ze niet begrijpen, maar mannen en vrouwen die nieuwe willen creëren, met geduld, maar keihard, elk op het gebied dat hij of zij overziet, maar met het oog gericht op het wereld-wijde perspectief. Al richt ik mij vooral tot de elite, miljoenen kunnen een bijdrage leveren, als zij zich wijden aan opvoeding en niet meer aan de gedachteloze vermenigvuldiging van materiële goederen.

In het volgende zal ik me eerst bezighouden met materiële uitvindingen en nieuwigheden, en daarna zal ik, zo goed als ik kan, de veel belangrijker sociale vernieuwingen tekenen. Ik verwacht niet dat ik daarin helemaal zal slagen; deze problemen gaan niet de enkeling aan, maar een hele generatie.

1.1

De alfa- en bètawetenschappen, van de Griekse denkwereld tot het 'crash programme'

Onze Westerse wetenschap, die zich nu over de hele wereld heeft verspreid, is de directe afstammeling van de Griekse wetenschap, maar verlicht door de wonderbaarlijke flits van de kortstondige Arabische renaissance. De Indische wetenschap had weinig invloed, evenmin als de respectabele hoeveelheid oorspronkelijke Chinese wetenschap. Pas de laatste jaren leerden we de ontwikkeling daarvan ten volle kennen, eeuwen nadat China door het Westen was ingehaald.

Toen de Griekse wetenschap ontstond, was ze scherp gescheiden van de techniek en nog scherper van de politiek. Zij bloeide ongeveer vijfhonderd jaar, terwijl intussen de politieke macht van de Grieken voortdurend afnam en tot bijna niets verschrompelde. De idee dat wetenschappelijke superioriteit *via* techniek uiteindelijk leidt tot politieke macht, ging de briljante Griekse geesten te boven. Aristoteles schuwde sociale vernieuwing, omdat volgens hem elke verandering een verslechtering was. Hij maakte de beroemde opmerking, dat slavernij overbodig zou worden, zodra de spoelen van de

wever op eigen kracht zouden bewegen, maar kennelijk heeft hij nooit echt gedacht dat weefspoelen konden bewegen zonder de slaaf die ze wierp.

Wetenschap en techniek bleven gescheiden tot de Europese renaissance. De wetenschap stagneerde niet alleen, maar werd zelfs bijna geheel vergeten, terwijl de techniek zich op eigen kracht ontwikkelde in de handen van de ambachtslieden die belangrijke uitvindingen deden, zoals het goede paardetuig, de ijzeren ploeg en de bril, eeuwen vóór de renaissance. Galilei (1564-1642) was waarschijnlijk de eerste geleerde die beide aspecten in zich verenigde. Tijdens zijn leven won de idee dat wetenschap gepaard moet worden aan nuttige vaardigheden, zo snel veld, dat ook een buitenstaander dit volledig kon verwerken -met name de rechtsgeleerde Francis Bacon. Kort daarna werd het de grondslag (in modern jargon de mystique) van de stichters van de Royal Society (1660). Dit was ook de grote tijd waarin de vooruitgangsidee voor het eerst daagde bij de denkers.

Het samenspel van wetenschap en techniek werd niet in één stap bereikt, maar geleidelijk, in de loop van drie eeuwen. Zelfs in de negentiende eeuw was men nog zo weinig gevorderd, dat er op het moment dat de meeste wetten der elektriciteit en van het magnetisme al door Faraday en Maxwell waren ontdekt en volledig geformuleerd, nog niet één elektrische machine was uitgevonden in het land van de Royal Society. Ook in andere landen was het niet volmaakt. Heinrich Hertz toonde in 1887 het bestaan aan van de elektro-magnetische golven die al impliciet aanwezig waren in het werk van Maxwell sinds 1868, maar het werd weer aan Marconi overgelaten, in 1896, om de antenne te benutten, waarvan de complete theorie al aanwezig was in het werk van Hertz. Deze kloof van twintig tot veertig jaar tussen de weten-schappelijke ontdekking en de technische toepassing bleef tekenend voor de hele negentiende eeuw en het begin van de twintigste. Pas in onze tijd werd die periode drastisch bekort.

Tussen Otto Hahn's ontdekking van de atoomsplitsing en de eerste atoombom in 1945 lagen maar zes jaren, en de mannen die leiding gaven aan het enorme team van het eerste 'crash programme' in de geschiedenis, waren zelf wetenschapsmensen, ja zelfs voor het merendeel *theoretische* natuurkundigen.

Natuurlijk komen die brede kloven ook in onze tijd voor, en het zou dom zijn als de uitvinders wetenschappelijke resultaten van meer dan een paar jaar oud zouden verwaarlozen. De laserstraal zat al in vergelijkingen van Einstein van 1917, maar pas in 1958 stelden Townes en Schawlow duidelijke richtlijnen op voor de realisatie ervan. Daarna had T.H. Maiman maar twee jaar nodig om de eerste robijn-laser te ontwikkelen en A. Javan om de eerste helium-neon-laser te maken.

Zulk lang uitstel ontstaat meestal als een vitale schakel van de uitvinding ontbreekt. Het vliegtuig werd in precies zijn huidige vorm al ontworpen door de negentiende-eeuwse uitvinders Cayley, Stringfellow, Pénaud en anderen, maar het kon niet van de grond komen tot de komst van de verbrandingsmotor. De eerste experimenten met gasturbines waren jammerlijk mislukt bij gebrek aan een goede compressor en materialen die goed bestand waren tegen hoge temperaturen. De straalmotor werd net op tijd gered door 'Nimonic' en dergelijke legeringen. Centrifugale scheiding van uranium-235 werd begin 1940 bedacht, maar werd in de praktijk pas mogelijk vijfentwintig jaar later, met de nieuwe vezel versterkte kunststoffen. Holografie was in 1948 een academisch experiment, in 1963 werd het een succes, toen er voor het eerst een laser bij werd toegepast.

Moderne 'crash programmes'* kunnen soms in marstempo zulke samengestelde uitvindingen opleveren. Toen de Polaris-onderzeeër werd ontworpen, had men vier grote uitvindingen nodig om hem tot een succes te maken: de atoomaandrijving, accurate plaatsbepaling onder water, de raket met vaste brandstof en de draadloze besturing. Men kan er als vijfde de

* crash program is project-mamagement om de duur van een project te verkorten met extra middelen

PERT bijvoegen, een werkschema dat het mogelijk maakte dat miljoenen onderdelen, geleverd door 11000 fabrikanten, op tijd aankwamen en samengevoegd werden.

Terwijl de Polaris in feite ingenieurswerk was, mag de uitvinding van de transistor worden beschouwd als een typisch voorbeeld van de moderne ontwikkeling waarin de grenzen tussen wetenschap en techniek vervagen. Shockley, Bardeen en Brattain ontwikkelden de eerste transistor in tien jaar, uitgaande van de wens om een versterker zonder buizen te maken. De uitvinding vorderde even snel als het begrip toenam van de elektrische geleidingseigenschappen van halfgeleiders. Wetenschap en techniek zijn weer verenigd, zoals destijds in Galilei.

1.2

Van kwantiteit naar kwaliteit

Het is zeer misleidend, de grote verandering die plaatsvond, van de individuele uitvinder die zijn geringe kennis putte uit oude natuur- en scheikundeboeken, naar het moderne super-team, met alle niveaus van medewerkers van de wiskundige tot de monteur, evenals de bekorting van tijd van een generatie tot enkele jaren, slechts te beschouwen als een *kwantitatieve* verandering. Een verandering op een dergelijke schaal betekent een *kwalitatieve* verandering -namelijk een verandering in de wezenlijke aard, doelstellingen en consequenties van het proces van uitvinding en vernieuwing.

Er zijn hier drie factoren in het spel: de verandering van de tijdsschaal, de verandering in omvang en in de sociale gevolgen van de vernieuwing en de verandering in draagwijdte of doel. Laten we ze in deze volgorde bezien.

De natuurlijke tijdseenheid in het sociale leven is één generatie. Op enkele zeldzame uitzonderingen na houden mensen hun hele leven vast aan de waarden die ze zich eigen hebben gemaakt in de kindertijd of als jongere. De mens in de middeleeuwen verwachtte dat zijn kleinkinderen en achterklein-

kinderen zouden leven zoals hij, met dezelfde waarden. De technische verandering verliep haast onmerkbaar. Oorlogen en epidemieën waren tijdelijke verstoringen die soms met stoïcijnse gemoedsrust werden verdragen, soms met massale uitbarstingen van hysterie. Maar daarna keerde het leven min of meer tot de oude orde terug. Sociale veranderingen, zoals de landverdeling (enclosures) in Engeland, hadden op den duur meer effect dan de bijna gelijkblijvende techniek. Radicale verandering trad pas op in de negentiende eeuw, op het moment dat het mechanische weefgetouw duizenden wevers tot de bedelstaf bracht, maar toch tastte dit slechts een klein deel van de bevolking aan; de grote meerderheid leefde nog steeds in een stabiele wereld. Het aantal mensen nam slechts langzaam toe. Nog in de afgelopen eeuw verdubbelde de bevolking in de industriële landen maar in zowat honderd jaar. Pas in onze tijd verdubbelt de bevolking in ongeveer één generatie en wezenlijke veranderingen in de levenswijze vinden in minder tijd plaats.

Als tweede factor noemde ik de groei in omvang. Buskruit, het Maximgeweer, zelfs de bommenwerper met sterke explosieven, konden slechts een fractie van de bevolking doden. De waterstofbom, en misschien ook één of ander duivels virus dat werd gekweekt in de biologische legerlaboratoria, zouden zowat de hele mensheid kunnen doden. Het mechanische weefgetouw maakte een paar duizend wevers werkloos. Moderne mechanisatie, rationalisatie en automatisering zouden het aantal arbeidsplaatsen in de Verenigde Staten per jaar met een miljoen kunnen ***verminderen,*** terwijl in feite het jaarlijks geboorteoverschot moet worden opgenomen in het arbeidsproces. In het Verenigd Koninkrijk zou men ongeveer een even groot aantal kunnen 'besparen', al is de omvang van de werkgelegenheid er maar ongeveer een derde van die in de Verenigde Staten vanwege de aanzienlijke overbezetting in de Britse industrie. Natuurlijk zal dit niet gebeuren en het mag ook niet gebeuren, zolang we niet weten wat te doen met de

miljoenen werklozen. Dit toont duidelijk de disharmonie tussen technische en sociale vernieuwing en het ongezonde van een situatie waarin de knapste koppen nog steeds proberen de techniek te verbeteren, terwijl het knelpunt al lang verlegd is naar de botsing tussen techniek en samenleving.

Een ander sociaal gevolg van deze onevenwichtigheid mag niet buiten beschouwing blijven. Arthur Koestler beweerde in 1940 in zijn grote roman *Darkness at Noon*, dat elke nieuwe uitvinding de democratie bedreigt, omdat hij de politiek voor de eenvoudige burger onbegrijpelijk maakt. In 1940 leek dat misschien overdreven, maar dertig jaar later niet meer. De 'moderne industriële staat' of de 'technocratische samenleving', zoals het ook wel genoemd wordt, is inderdaad boven het hoofd van de gewone man gegroeid. Hoe kan die met zijn stem beslissen over een kwestie, zoals Bertrand de Jouvenel hem stelde: 'Hoe kunnen we de werkgelegenheid handhaven, de inflatie beperken tot twee percent per jaar en een goede handelsbalans houden bij een constante reële groei van niet minder dan drie-en-een-half percent?' Dit is alleen een eerlijke weergave van het probleem dat de regering moet oplossen, maar welke politieke partij durft zijn kiezers met zo'n vraag lastig te vallen? De gewone man zal veel eerder bekijken welke partij het best de belangen van zijn klasse dient (werkgelegenheid met stijgende lonen, als hij in loondienst is, lagere belastingen als hij tot de middenklasse behoort), maar is dat democratie? Misschien is er nog sprake van regeren vóór het volk, maar nauwelijks meer dóór het volk.

De derde verandering, duidelijk kwalitatief van aard, betreft de reikwijdte en het doel van uitvindingen en vernieuwingen. Tot voor vrij kort dienden de uitvinders vooral primaire behoeften of oeroude menselijke verlangens: twee grasprieten kweken, waar er eerst maar één groeide; van op een afstand met vrienden spreken; snel reizen; vliegen. Zeker kunnen de moderne kwekers niet alleen tweemaal zoveel grasprieten laten groeien, ze kunnen zelfs de rijstoogst vervier-

voudigen. Maar wat heeft dat voor nut als de bevolking zo snel groeit, dat er toch nog meer mensen honger lijden dan eerst? En zelfs als we ze allemaal te eten kunnen geven, wat heeft dat voor zin als ze samenklitten in miljoenensteden die explosief worden door hun grootte alleen al?

Toen Alexander Graham Bell de telefoon uitvond, kon hij terecht vinden dat hij een oeroud verlangen van de mens had bevredigd. Maar nu we telefoon hebben, we zelfs niet meer zonder kunnen, en mannen (en vooral ook vrouwen) een groot deel van hun tijd eraan spenderen, wat is er nu nog uit te vinden? De 'beeldtelefoon', zodat we de spreker niet alleen horen, maar ook zien? Jazeker, maar dan is het verzadigingspunt bereikt.

Heel wat erger dan verzadiging is wat waarschijnlijk zal gebeuren met die andere oerwens van de mens: snel reizen en vliegen. Er zijn in de steden al zoveel auto's dat verkeersopstoppingen aan de orde van de dag zijn en het de moeite zou lonen te gaan lopen -als je tenminste de kans kreeg om over te steken. In de lucht zijn bijna-botsingen ook doodgewoon en echte botsingen kunnen alleen nog net worden verhinderd door het meest ingenieuze dat een mens kan uitdenken. Maar het luchtverkeer verdubbelt zich nu elke zeven jaar en als het op deze manier blijft toenemen, kan het onmogelijk worden, zelfs met de knapste computer-geleide instrumenten en ondanks de grootste luchtbussen met 500 tot 1000 passagiers, verkeersopstoppingen of frequente botsingen op de luchthavens te voorkomen. Op dit moment is het luchtverkeer nog verreweg de veiligste van alle vervoersmethoden. Maar in 1969 was het totale aantal passagiers van 104 luchtvaartmaatschappijen al 232 miljoen, met 57 miljoen internationale vluchten, hetgeen betekent dat het laatste aantal verdubbeld was in minder dan vijf jaar. Hoe lang zal het nog duren voordat de tol in het luchtverkeer aan doden even hoog is als op de weg? Tien jaar, of twintig? We moeten eerder ophouden, want het is niet waarschijnlijk dat mensen in het

openbaar vervoer hetzelfde zullen verdragen als in het privé-vervoer.

Opstoppingen en doden in de lucht of op de weg, waarbij we dan nog de problemen van de lucht-, binnenwater- en zeewatervervuiling kunnen voegen, brengen ons tot het belangrijkste verschil tussen de uitvindingen uit het verleden en die van nu. *De belangrijkste en meest urgente problemen van de hedendaagse techniek zijn niet langer de tegemoetkomingen aan primaire behoeften of oerwensen, maar het herstel van het kwaad en de schade door de techniek van gisteren.*

Elders heb ik dit uitgedrukt door te stellen, dat we niet op kunnen houden met uitvinden, omdat we op de rug van een tijger rijden. De gedolven brandstoffen raken uitgeput, dus moeten we atoomenergie hebben. De macht over de dood heeft het bevolkingsevenwicht verstoord en dus moeten we de pil hebben. Mechanisatie, rationalisatie en automatisering hebben de werkgelegenheid in gevaar gebracht; wat moeten we nu hebben? Voorlopig hebben we niets beters dan de wet van Parkinson en beperkende bepalingen.

1.3
Inleidende opmerkingen bij de lijst van uitvindingen en vernieuwingen

Toen ik voor het eerst de nu volgende lijst[2] opstelde, nog in provisorische vorm, had ik veel steun aan een lijst van honderd uitvindingen, die door Herman Kahn en Anthony J. Wiener[3] was samengesteld en enige maanden eerder was verschenen. Ik ben nog steeds aan deze auteurs veel verschuldigd. Het grootste verschil tussen hun lijst en de mijne ligt niet zozeer in het aanzienlijke aantal dat ik uit de hunne heb geschrapt en vervangen door eigen items (voornamelijk op sociaal terrein), maar meer in de sterk *normatieve* benadering waarvoor ik heb gekozen. Zij ordenden de onderwerpen op hun lijst ongeveer chronologisch, naar het tijdstip waarop een uitvinding waarschijnlijk gedaan zou worden, en onthielden

zich van elk oordeel over de waarde ervan. Ikzelf heb mijn standpunten ten aanzien van de wenselijkheid of anderszins openlijk uitgedrukt.

Ik heb ook veel te danken aan mijn vriend Olaf Helmer die, met verscheidene medewerkers, eerst bij de RAND-Corporation, nu bij het Institute for the Future (IFF van de Wesleyan-Universiteit, Middletown, Connecticut, de DELPHI-methode heeft ontworpen en ontwikkeld, om technische en wetenschappelijke ontwikkelingen te voorspellen. De DELPHI-methode houdt in dat men een gedeelde mening van experts probeert te vinden op het gebied van toekomstige vernieuwingen, bijvoorbeeld de 'werking in het laboratorium van automatische vertalers, die kunnen werken met een ingewikkelde zinsbouw en woordkeus'. Men vraagt de medewerkenden te laten weten op welke datum ze verwachten dat het zover zal zijn, met een subjectieve waarschijnlijkheid van 10, 50 en 90 percent.[4] Uit deze gegevens wordt berekend op welke data de helft van hen de waarschijnlijkheid plaatsen van 25, 50 en 75 percent (het eerste kwartielpunt, de mediaan en het derde kwartielpunt. Het nieuwe van de DELPHI-methode ligt hierin, dat na de eerste ronde deze resultaten anoniem aan de medewerkenden worden meegedeeld, zodat ze hun woorden later op hun brood krijgen, als ze buigen voor de meerderheid. De ervaring leert dat in de tweede ronde de kwartielen al veel dichter bij elkaar liggen. Een derde ronde is meestal niet nodig.

De laatste publicatie van het IFF[5] bevatte zesenzeventig onderwerpen. Als één daarvan duidelijk overkwam met één van mijn lijst, heb ik de IFF-gegevens in de volgende vorm vermeld:

(IFF: 1975-1985-1995, experts 1990).

Dit betekent dat het eerste kwartiel 1975 was, de mediaan 1985, het derde kwartiel 1995, en de mediaan van de gissingen van de experts, een groep specialisten onder de medewerkenden, 1990. Ik heb mijn eigen schatting niet gegeven, maar meestal zal het duidelijk zijn dat mijn verwachtingen minder optimistisch zijn dan

die van de DELPHI-ers.

In een uitgebreidere vorm van de DELPHI-methode wordt de medewerkenden ook gevraagd, welke sociale gevolgen ze voorzien van de nieuwe ontwikkelingen, en of ze die wenselijk achten. In dit stadium krijgen de voorspellingen een normatief aspect. Waar ik mijn inzichten kon vergelijken met de hunne, bleek meestal dat ik pessimistischer was.

In de volgende hoofdstukken noem ik 137 uitvindingen en vernieuwingen, 73 op het gebied van de 'hardware', 27 biologische en 37 sociale. Vooral in het biologische deel heb ik zwaar geleund op de lijst van het IFF.

Ik gebruik de term 'nieuwe ontwikkeling' niet in beperkte zin, dus niet voor het proces dat via ontwikkeling, proeffabricage, reclame etc. een uitvinding tot een verkoopbaar produkt maakt. Als ik het zo had opgevat, was het onzin geweest om te spreken van 'nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen', en de term 'wetenschappelijke uitvinding' is ook niet geschikt in veel gevallen. Wat ik 'sociale vernieuwingen' noem, noemt men meestal 'sociale hervormingen'. Ik gebruik liever het woord 'nieuwe ontwikkeling' of 'vernieuwing', voor alle *methodische* creaties van de menselijke geest, dus voor alle nieuwigheden die, eenmaal gecreëerd, gebruikt kunnen worden en herhaaldelijk toegepast.[6]

Vernieuwing in de beperkte zin van het woord is een machtige factor in ons systeem: 'Vernieuw of ga ten onder!' Maar de meest succesvolle vernieuwingen zijn nu niet bepaald triomfen van de creativiteit. Het zijn verbeterde *versies* van produkten die al een markt veroverd hebben: balpennen in plaats van vulpennen, spuitbussen in plaats van tubes. Ze zijn in zekere zin triviaal, maar ontzettend belangrijk voor ons economisch systeem:

'Kapitalisme is dus van nature een vorm of een methode voor economische verandering en is niet alleen nooit stationair, het kan dat ook niet zijn. En dit evolutionaire karakter van het kapitalistische proces is niet louter te danken aan het

feit dat het economisch leven zich afspeelt in een sociale en natuurlijke omgeving die verandert en door zijn verandering de gegevens voor economisch handelen wijzigt; dit feit is belangrijk en deze wijzigingen (oorlogen, revolutie en dergelijke) vormen vaak de voorwaarde voor industriële veranderingen, maar zij zijn niet de primaire krachten. Dit evolutionaire karakter is ook niet te danken aan de kwasi-automatische groei van de bevolking en van het kapitaal, of aan de grillen van de monetaire systemen, waarvoor precies hetzelfde geldt. De fundamentele impuls die de kapitalistische machine op gang brengt en draaiende houdt, wordt gegeven door de nieuwe consumptiegoederen, de nieuwe produktie- of transportmethoden, de nieuwe markten, de nieuwe vormen van industriële organisatie, die door de kapitalistische onderneming worden gecreëerd.'

Dit werd niet geschreven door Karl Marx, maar door **Joseph Schumpeter** die alles behalve een socialist was.[7] In deze passage en in vele andere maakt hij duidelijk dat zonder nieuwe ontwikkelingen niet alleen het bedrijf dat ze verwaarloost ten onder zal gaan, maar evenzo het kapitalisme zelf.

Ik kan slechts herhalen wat ik al eerder zei, dat het kapitalisme misschien zal ophouden te bestaan als het type vernieuwing 'balpen voor vulpen' ten einde is gekomen, maar dat evolutionaire ontwikkelingen niet mogen ophouden.

2

Uitvindingen en vernieuwingen in de 'hardware'-sector

Dit zijn uitvindingen en verbeteringen in de 'klassieke' zin, dat wil zeggen: die waarop men volgens de wet een patent kan aanvragen. In feite bestaat de nu volgende lijst vrijwel uitsluitend uit verbeteringen, niet uit directe tegemoetkomingen aan primaire wensen, zoals de telefoon of het eerste vliegtuig. Dit komt niet louter voort uit een gebrek aan fantasie bij de schrijver en zijn bronnen, maar is vooral een gevolg van het feit dat eerdere uitvindingen al de voorraad primaire verlangens hadden uitgeput. Er blijven nog wel wat primaire wensen over, zoals ESP (extra-sensory perception, buitenzintuigelijke waarneming voor directe communicatie van geest tot geest), telekinetica (het doen bewegen van voorwerpen door de wil alleen), de tijdmachine, zwaartekracht-opheffers, en superfotonische snelheid (het doorbreken van de lichtsnelheidsbarrière), maar zoals het er nu uitziet, zal dat allemaal wel sciencefiction blijven - tot zelfs die er beu van wordt.

Bij het bespreken van uitvindingen die wellicht in de toekomst zullen gebeuren (of niet), moest ik een ruwe schets geven van hun huidige staat. Ik heb dit proberen te doen met de hulp van experts die op daarvoor in aanmerking komende plaatsen genoemd worden. Ik betreur het zeer dat ik onvoldoende eer kon betonen aan de uitvinders. Bij uitvindingen die zich nog in een pril stadium bevinden -de meeste bij grote ondernemingen of bij overheidsinstellingen - is het moeilijk en vaak belachelijk, de eer aan één bepaald persoon te geven. Dit zal het werk zijn, en dikwijls een moeilijk werk, van toekomstige geschiedschrijvers. Ik betreur dit des te meer, omdat ik zelf uitvinder ben.

Ik heb weinig boeken geciteerd, en bijna geen tijdschriften. De verwijzingen zouden al snel verouderd zijn geweest. De meeste onderwerpen zijn onderhevig aan een zó snelle verandering, dat de lezer elke week de nieuwe ontwikkelingen kan vinden in de vakbladen, en zelfs in de dagbladen.

2.1
Materialen

1 *Versterkte kunststoffen.* Dit zijn materialen die bestaan uit een zeer fijne vezel (bijvoorbeeld koolstof, beryllium, kwarts) als disperse fase, en een continue fase, meestal een kunststof. Er zijn stijve, sterke koolstofvezels ontdekt en ook ontwikkeld, met een uitzonderlijk hoge weerstand tegen vervorming en een hoge elasticiteits-modulus. Ze worden nu gemaakt van polyacryl-nitril door de Royal Aircraft Establishment (Farnborough) met hulp van de United Kingdom Atomic Energy Authority (Harwell) en Rolls-Royce (Derby). Deze vezels worden gebruikt om plastics te versterken. Rolls-Royce vervaardigt van dit materiaal de grote compressor-schoepen voor motoren van hun subsonische civiele vliegtuigen, type RB 211. De handelsnaam is 'Hyfil'.

Er zijn veel belangrijke toepassingen mogelijk, vooraf in de vliegtuigindustrie, maar de mate waarin ze zullen doordringen hangt af van de ontwikkeling van grote fabrieken om ze goedkoop te kunnen produceren. Een parlementscommissie heeft onlangs geadviseerd, nieuwe koolstofvezelfabrieken op te richten om de kosten van het materiaal terug te brengen tot minder dan 10 gulden per kilogram.[8]

Een van de belangrijkste, zij het minst wenselijke, toepassingen van dit materiaal zou kunnen zijn in de ultracentrifuges die uranium-235 afscheiden van uranium-238, waarin zelfs de sterkste metalen volstrekt niet voldeden. Juist op dit moment zijn de plannen klaar voor twee ultracentrifuge-installaties, de één in Capenhurst, Engeland, de andere in Almelo, Nederland, die beide in 1972 in bedrijf zullen worden

gesteld. Ook bereikte ons onlangs een bericht over een Chinees ultracentrifuge-project. Uranium-235 bewerkt de ontsteking van waterstofbommen en kon tot nu toe alleen geproduceerd worden in enorm grote installaties voor thermische diffusie. We lopen helaas de kans dat deze bijzondere nieuwe materialen, een prachtige aanwinst voor de Britse export, de 'waterstofbom van de armelui' opleveren.

(IFF: versterkte kunststoffen tegen concurrerende prijzen, 1975-1980-1990, experts 1975.)

2 *Hittebestendige, supersterke plastics, hoogwaardige weefsels.* Naast een sterke uitbreiding van de produktie van algemeen toepasbare plastics, te weten polytheen, polystyreen en PVC, zullen gewijzigde vormen daarvan, samen met de plastics voor technische toepassing, zoals de nylons, acetaten enzovoort, steeds meer worden gebruikt voor autocarrosserieën, boten, duurzame gebruiksartikelen, kantoorinrichting, bouwmaterialen en dergelijke. Deze produkten zijn lichter en ongevoelig voor corrosie, en kunnen met minder manuren geproduceerd worden dan gelijkwaardige produkten van metaal.

Plastics, zoals polyimiden en fluor-koolstofverbindingen, zullen speciale eigenschappen bezitten, zoals hittebestendigheid, chemische inertie en geringe wrijving, ook zonder gebruik van smeermiddelen. Polymeren in vezelvorm zullen verwerkt worden tot stoffen voor kleding en huishoudelijk gebruik, zonder het tijdrovende traditionele weefproces. 'Superweefsels', zoals die welke voor de ruimtevaart ontwikkeld zijn, zullen meer en meer in de industrie gebruikt worden.[9]

Het modificeren van polymeren door kernstraling om plastics te verkrijgen, die tegen extreme hitte bestand zijn, is tot nu toe een teleurstelling gebleken. Toch is het wellicht de moeite waard ermee door te gaan, omdat er aanwijzingen zijn dat het bestralen van organische stoffen buitengewoon goede diëlektrische eigenschappen kan opleveren, en misschien kan leiden tot condensatoren als 'lichte accu's'. De grote Russische na-

tuurkundige A. Joffe zag dit veertig jaar geleden als een realiseerbaar punt in een niet te verre toekomst.

3 *Gieten, smeden en persen met grote precisie.* Niet alleen aluminium en messing, maar ook ijzer en staal kunnen met zulk een precisie gegoten worden, dat het nabewerken tot een minimum beperkt kan worden. Vormen en bekleden met behulp van explosieven en hydraulische extrusie hebben met de moeilijkste metalen resultaten opgeleverd, die nog kort geleden ongelofelijk hadden geschenen; dit is een terrein dat zich snel ontwikkelt en dat gecompliceerde metalen onderdelen, die bijna net zo licht zijn als plastic, en even snel produceerbaar, in het vooruitzicht stelt.

4 *Processen onder ultrahoge druk, gecombineerd met kortdurende hoge temperaturen.* Met behulp van deze processen is de produktie van diamant en borazon met succes mogelijk. Tot nu toe zijn er weinig materialen gevonden, die onomkeerbaar veranderen onder ultrahoge druk alléén, maar wel, die in combinatie met een kortdurende, zeer hoge temperatuur en daarna 'vriezen' een aantal stoffen opleveren, welke van belang kunnen zijn voor de industrie.

Van kwarts bestaan twee interessante samengeperste vormen, coesiet en stichoviet. Beide werden ze voor het eerst gevonden in meteorieten, de eerste door Loring Coes, de tweede door S. M. Stichov, van de Moskouse Universiteit. In stichoviet, dat werd nagemaakt bij een druk van 160 000 atmosfeer en bij een temperatuur van 1200 graden C., is elk siliciumatoom omgeven door vijf zuurstofatomen op gelijke afstand, in plaats van door vier.

5 *Vervangingsprodukten voor veel gebruikte, maar niet eenvoudig te winnen ertsen; de methoden om ze terug te winnen.* Tot nu toe is de beste vervanging voor deze metalen, zoals tin, het plastic. Er is geen direct gevaar dat de moeilijk te winnen me-

talen, zoals koper, lood, tin of zink, uitgeput zullen raken, maar men verwacht dat er gebrek aan ontstaat vóór het eind van de eeuw. Tegen die tijd kan koper misschien op grote schaal gewonnen worden op de zeebodem, maar het gebruik van lood en tin, die nu op onverantwoordelijke wijze verspild worden, zou beperkt moeten worden en er moeten methoden komen om ze terug te vinden. Aluminium is door de goedkope kernenergie betrekkelijk goedkoop geworden en het is gemakkelijk terug te winnen.

6 *Water.* Adam Smith (1776) sprak van water als hét voorbeeld van een goed dat enorm nuttig is en toch geen handelswaarde heeft. Die situatie is drastisch veranderd. Malta moet door schepen van water worden voorzien. Het bestaan van sommige landen, zoals Egypte, is volledig afhankelijk van de watertoevoer. In de geïndustrialiseerde landen heeft de vervuiling van de rivieren geleid tot kritieke situaties; in Duitsland bijvoorbeeld, in 1969, werd door de afvalprodukten van één enkele fabriek alle vis in de Rijn gedood. Er bestaan goed werkende methoden om het normale afvalwater van de steden te zuiveren; deze zijn gebaseerd op aërobe, gevolgd door anaërobe afbraak door bacteriën, die van het vuil een bemestingsprodukt maken (actief slib). Maar nieuwe afvalprodukten, zoals sommige wasmiddelen, zorgen voor nieuwe problemen.

De ontzilting van zeewater, van vitaal belang voor zeer droge landen, maar ook voor Zuid-Californië, is nu bijna alleen nog een probleem van goedkope energie en goedkoop kapitaal. De energie van de twee voornaamste methoden, destillatie en vriezen, kan geleverd worden door kerncentrales, maar de installaties zijn zo duur, dat ze alleen rendabel kunnen werken bij een rente van 2 procent per jaar. Tot nu toe is dat alleen in uitzonderlijke gevallen economisch haalbaar, zoals in Koeweit en op Curaçao, maar met de groei van de bevolking zal elke prijs wel 'haalbaar' worden. Het gebruik voor de

landbouw in droge streken zal eerder betaalbaar worden, als men het water geen kans meer geeft te verdampen, maar het onder de oppervlakte houdt, bedekt met kiezelstenen en een dunne laag van een materiaal dat verdamping voorkomt.

Tegen het einde van de eeuw kan het probleem van overvloedig zuiver water wel eens veel belangrijker blijken te zijn, dan alle andere problemen van grondstofgebrek.

(IFF, fo,15/m3: 1973-1980-1985, experts 1980.)

7 *Zuivere lucht.* De meeste grote steden hebben het roetprobleem met succes bestreden door het instellen van rookvrije zones en door de industrie te dwingen een eind te maken aan het uitbraken van zwarte rook door fabrieksschoorstenen, maar ze hebben nog geen oplossing gevonden voor de luchtvervuiling door de auto's. Het probleem van de zuivere lucht verschilt van de andere in dit deel, omdat het niet gaat om het maken van zuivere lucht of om zuivering, maar om het voorkomen van vervuiling. We komen er op terug, als we het over auto's hebben.

Nog een ander probleem van de atmosfeer wordt heden ten dage met vuur besproken: het gehalte van CO_2 in de lucht. Er zijn aanwijzingen, zij het nog geen overtuigende bewijzen, dat tegen het eind van de eeuw de CO_2-concentratie voldoende zal toenemen om een aardige verandering in het klimaat te veroorzaken, want verbranding betekent de produktie van meer en meer CO_2, en de teruggelopen hoeveelheid groene vegetatie kan dit niet langer elimineren. Tegen het eind van de eeuw is dit waarschijnlijk gunstig, maar als het proces doorgaat en de poolkappen beginnen te smelten, kan het een moeilijk internationaal probleem worden. Misschien is er wat aan te doen door een deel van de oceanen met groene vegetatie te bedekken? (Zelfs op dit moment produceert de microflora van de zeeën ongeveer 70 procent van de zuurstof; slechts 30 procent wordt door de vegetatie op het land voortgebracht.)

2.2
Energie

De industriële beschaving leeft op energie. John Kettle's schatting dat de kosten van de energie de kosten van het levensonderhoud zullen overtreffen, is misschien een beetje prematuur, maar wordt waarschijnlijk bewaarheid vóór het jaar 2000. Consumptie van energie per hoofd is een redelijke maat voor de levensstandaard (zij het ternauwernood voor de 'kwaliteit' van het leven). Op het moment consumeert Noord-Amerika, met 6,5 procent van de wereldbevolking, 35 procent van de energie op de wereld. Dat aandeel zal in het jaar 2000 mogelijk veel lager zijn, omdat het verbruik per hoofd in Noord-Amerika maar met 2 procent per jaar toeneemt, terwijl in de minder geïndustrialiseerde helft van de wereld de toename meer dan 4 procent is.

De totale consumptie van energie wordt meestal uitgedrukt in miljoenen metrieke tonnen steenkool-equivalent, MMTCE. Volgens het *Information Handbook 1969-'70* van Shell-International was de wereldconsumptie in 1968 4371 MMTCE, volgens de *World Energy Supplies* van de Verenigde Naties was het ongeveer 6000 MMTCE. Er is een groot verschil tussen deze schattingen, maar beide zijn het erover eens, dat de consumptie van elektriciteit met 8 procent per jaar toeneemt. Volgens schattingen van Sir Harold Hartley in de *New Scientist* van 13 november 1969 zullen de cijfers voor het jaar 2000 waarschijnlijk zijn:

vast	*vloeibaar*	*gas*	*kern & hydro*	*totaal*
4500	9500	8000	8000	30000 MMTCE

Ondanks deze angstaanjagende cijfers is er geen direct gevaar voor gebrek aan energie.

8 *Atoomenergie*. Het grootste succes van de moderne techniek. In krap twintig jaar hebben de kerncentrales de centrales met fossiele brandstof overtroffen, niet alleen wat betreft de kosten per kilowatt-uur, maar ook in de kosten van de centrale per kilowatt. De nieuwste centrales in de Verenigde Staten kunnen een kilowatt-uur leveren voor 0,003 dollar = *f* 0,01. In vijftig jaar is de reële prijs van elektriciteit gedaald tot minder dan een vijftigste van de vroegere prijs, waarbij de geldontwaarding is ingecalculeerd.

Op het moment zijn de kokend-water-reactoren het meest geslaagd, de bouwkosten van de installatie zijn lager dan die van de iets efficiëntere gasgekoelde reactoren. Nu uranium niet duur is (ongeveer *f* 50 per kilogram in de vorm van uraniumoxide), blijven ze waarschijnlijk het dominante type tot het eind van de eeuw. Dan zullen ze wellicht vervangen worden door snelle-kweek-reactoren, die economischer zijn in het brandstofverbruik, omdat ze een deel van het uranium-238 omzetten in de splijtbare component uranium-235; maar dit valt nog niet met zekerheid te zeggen, gezien de overvloed van delfstoffen met een laag uraniumgehalte (zie paragraaf 9).

Verscheidene gezaghebbende instanties zijn het er aardig over eens, dat in 1985 20-25 procent van de elektrische energie op de wereld door kerncentrales geleverd zal worden, en in 2000 40-50 procent.

Het succes van de kernenergie is geen reden tot onverdeelde vreugde, wat logisch is, gezien het feit dat kernenergie zelf een bijprodukt is van de atoombom. Men is het er algemeen over eens, zelfs in de Verenigde Staten en in de Sovjet-Unie, dat het toenemen van het aantal kernwapenen bezittende landen één van de grootste gevaren is voor de vrede. Maar elke kerncentrale die wordt uitgevoerd naar een land waar het nationalisme zich in een beginstadium bevindt, is (met enkele toevoegingen) een potentiële plutoniumfabriek, en al zijn plutoniumbommen dwergen vergeleken bij waterstofbommen, ze kunnen voldoende zijn voor een wereldbrand.

9 *Winning van uranium uit ertsen met een laag gehalte uranium en uit de oceanen.* Experimenten in Ranstadt (Zweden) hebben uitgewezen, dat uit graniet met 0,03 procent uranium, uranium gewonnen kan worden voor ongeveer het dubbele van de huidige wereldprijs. R. Spence en zijn medewerkers (UKAEA, Harwell) hebben overtuigende argumenten aangevoerd, dat de oceanen, die ongeveer 0,3 milligram uranium per kubieke meter bevatten, geëxploiteerd kunnen worden met niet veel hogere kosten per kilogram uranium. De oceanen zijn een werkelijk onuitputtelijke bron van uranium; duizenden tonnen worden elk jaar aangevoerd door het rivierwater. Ze kunnen de mens energie verschaffen voor miljoenen jaren, hoe hoog het verbruik ook zal zijn.

10 *Kernreactoren die niet misbruikt kunnen worden voor het vervaardigen van atoomwapenen.* Ik vermeld dit als een hoogst wenselijke vernieuwing waarop, helaas, weinig kans bestaat. Alle kernreactoren produceren plutonium als bijproduct, zelfs de snelle-kweek-reactoren. Aan het einde van de Tweede Wereldoorlog, toen de kernenergie voor het eerst op het toneel verscheen, stelden atoomgeleerden voor, een toevoeging aan de brandstofstaven te geven, die het plutonium onbruikbaar zou maken voor atoombommen, omdat deze toevoeging de snelle neutronenreactie stopt; maar dit werd natuurlijk verworpen, zoals ieder ander voorstel dat inspectie zou inhouden. Hoewel een reactor die niet te gebruiken is voor het maken van plutonium, mogelijk ook geweigerd zou worden door landen die vast besloten zijn om kernwapens te bezitten, zou het toch de voorraadvorming stoppen of afremmen bij die landen, die al over atoombommen beschikken. De bestaande reactoren dwingen het militaire apparaat bijna tot gebruik en tot opslaan van het bijprodukt; de verkoop van plutonium vormt nog steeds een niet te verwaarlozen deel van het rendement van kernenergiecentrales.

11 *Gecontroleerde kernfusie.* Na het succesvolle verhaal van de splitsing nu het droeve van de fusie-energie. In het begin van de jaren vijftig dacht men algemeen dat alleen het 'verbranden van de zee' (productie van energie door de fusie van de zware waterstof in de oceanen) genoeg energie kon leveren voor een industriële beschaving, miljoenen jaren lang. Grote teams van uitstekende wetenschapsmensen stortten zich op het probleem, in de Verenigde Staten, in Engeland en in de Sovjet-Unie, gewapend met computers en met enkele van de grootste en meest vernuftige machines die ooit gebouwd werden. Het resultaat was een van de grootste teleurstellingen uit de geschiedenis van wetenschap en techniek. De zelfverzekerde voorspellingen van de geleerden bleken soms meer dan een factor van een miljoen er naast te zitten, en alle verrassingen waren onaangename verrassingen voor de uitvinder. De natuur confronteerde de wetenschap, voor het eerst op grote schaal, met het verschijnsel van de 'collectieve interactie'. Om een fusie te doen ontstaan, moest het plasma van deuterium en tritium vastgehouden worden in een 'magnetische fles' en verhit worden tot een temperatuur van vele miljoenen graden Celsius. De magnetische fles was zo knap bedacht dat geen enkel ion zou kunnen ontsnappen; maar ze ontsnapten bij bosjes, door collectieve actie.

Na ongeveer twintig jaar van jammerlijk mislukte pogingen zijn de fondsen voor fusie-onderzoek langzaamaan teruggelopen in de Verenigde Staten en in Engeland. Het schijnt dat in de Sovjet-Unie evenwel de kernfusie als een prestige-object met hoge prioriteit wordt beschouwd, omdat ze het nieuws hebben vrijgegeven over hun TOKAMAK 3: een buitengewone tour-de-force. Men is de Britse en Amerikaanse pogingen ver voorbijgestreefd, door een temperatuur van 6 miljoen graden te realiseren én een ionenconcentratie van ruim $10^{12}/cm^3$ en een tijdsduur van 20 milliseconden. Dit is echter nog vele ordes van grootte beneden dat wat nodig is voor een zelfstandig draaiende fusie-installatie. Dan is een temperatuur van

100 miljoen graden vereist, een ionendichtheid van $10^{15}/cm^3$ en een tijdsduur van ongeveer één seconde. Er wordt beweerd dat de Russen een 'TOKAMAK 10' voorbereiden, maar dit zou een gedurfde en kostbare technische prestatie zijn, waarbij een magnetisch veld vereist is van een sterkte van 50000 gauss, in een groot apparaat dat 200 megawatt nodig heeft om op te starten. Het valt te betwijfelen of het prestige deze inspanning waard is, zeker nu de fusie-energie niet meer nodig is. De rotsen en de oceanen bieden een onuitputtelijke bron van splijtbaar materiaal.

Er zijn berichten dat de Sovjetgeleerden tot ongeveer een factor 2000 zijn gekomen van een apparaat dat de fusie zelf in stand kan houden, door lithium-deuteride kristallen te laten exploderen door een laser. Dit moet met enige reserve bekeken worden.

Er is ook sprake van dat de fusie van waterstofatomen die in de ruimte worden opgepikt door ruimtevaartuigen op de Melkweg, in een toekomstige eeuw hun de benodigde energie zal leveren, maar dat kan nu nog gerust als science fiction worden beschouwd.

(IFF: demonstratie van gecontroleerde kernfusie in het laboratorium, 1980-1985-1990, experts 1980.)

12 *Hydromagnetische energie.* Ook wel genoemd 'magnetohydrodynamische' energie (MHD) en ook een grote teleurstelling. In het begin van de jaren vijftig betoogde A. Kantrowitz dat de thermische energiecentrales erg verkwistend zijn, omdat de temperatuur van de gasvlammen veel hoger is, dan nodig om stoom te verkrijgen. Men kan van deze hoge temperatuur geen nuttig gebruik maken in roterende machines (gasturbines zijn erkend inefficiënt), maar dat kan misschien wel in een machine zonder bewegende delen. Faraday toonde het eerst aan dat als een geleidende vloeistof beweegt in een magnetisch veld dat er loodrecht op staat, er een elektromotorische kracht wordt opgewekt, die loodrecht op beide

richtingen staat. Als dit systeem belast wordt met een tweede circuit, wordt de kinetische energie van de vloeistof direct omgezet in elektrische energie. Gassen met een hoge temperatuur zijn onvoldoende geleidend, maar ze kunnen dat worden door er zouten van de alkalimetalen aan toe te voegen. In zo'n MHD-installatie kan de warmte van de verbrandingsgassen benut en in elektrische energie omgezet worden, totdat de gassen te koud worden om geleidend te zijn, zelfs met toevoeging van zouten. Ongelukkig genoeg gebeurt dat al bij een vrij hoge temperatuur, rond de 1800 graden C; dus moet de MHD-installatie werken met zeer hete verbrandingsgassen. Dit was een van de redenen waarom het 'open' systeem faalde. Er kon geen keramisch materiaal worden gevonden, dat bestand was tegen verbrandingsgassen van rond de 2500 graden C, die er omheen stromen met supersonische snelheden. Tegelijk brandden de elektrodes van grafiet of koolstof snel op.

Bovendien kon zo'n installatie pas efficiënt zijn bij een zeer grote omvang, zoals nodig voor een centrale met een vermogen van 100 megawatt, omdat het warmteverlies aan de wanden enorm is. Dit leidde, op zijn beurt, tot een moeilijkheid van dezelfde aard als die welke het kernfusieproject deed mislukken: in een wijd kanaal lukte het niet de gassen rustig te laten stromen en ontstonden zeer hinderlijke instabiliteiten.

Het 'open' systeem was bedoeld als rendementsverbetering voor de centrales met fossiele brandstof. Men verwachtte dat het rendement erdoor zou stijgen van 40 procent tot 52 procent. Halverwege de jaren zestig werd het duidelijk dat het systeem, zelfs als het gefunctioneerd had volgens de verwachtingen en met een redelijke levensduur, toch nooit had kunnen concurreren met de kernenergiecentrales. Daarom liet men in de Verenigde Staten en Engeland het project grotendeels varen.

Een tweede systeem, de 'gesloten circuit'-installatie, heeft een aantal van deze problemen niet. Volgens dit principe

wordt een inert gas (helium) permanent geïoniseerd gehouden door caesium-damp in een gesloten systeem en deze circuleert dus zonder opgebruikt te raken. Er zijn geen chemische reacties en het systeem begint, waar het 'open circuit' tot staan komt. Een proefopstelling, ontworpen door B. C. Lindley, heeft enkele jaren in Newcastle gewerkt en is nog steeds gebruiksklaar.

Al werkt men er niet meer op grote schaal aan, in de Verenigde Staten en in Engeland, er is nog steeds werk gaande. De Amerikanen gaan door met het zoeken naar speciale toepassingen en er is een advies uitgebracht door het Ministerie van Wetenschap en Techniek om een commerciële MHD te subsidiëren met twee miljoen dollar per jaar, gedurende drie jaar, als de industrie evenveel wil bijdragen. De Sovjet-Unie (het Moskouse Instituut voor Hoge Temperaturen) bouwt een grote proeffabriek (25 MW elektrisch) en er zijn beperkte programma's in Italië, Duitsland, Polen en Japan. [10]

13 *Brandstofcellen.* Ook dit is een verhaal van hoge verwachtingen die de bodem werden ingeslagen, al behaalde men nog een bescheiden succesje. Al spoedig na de ontdekking van de elektrolyse kwam men op het idee om ook eens een elektrolyse in de omgekeerde richting te proberen. De elektrische stroom splitst water in waterstof en zuurstof. Zou men niet op de een of andere manier waterstof met zuurstof kunnen verbranden, om zo water en elektrische stroom te verkrijgen? Dan zou het mogelijk zijn chemische energie direkt om te zetten in elektrische energie, zonder eerst de chemische energie in hitte om te zetten.

Dit oude idee werd meer dan honderd jaar later weer met grote inzet opgenomen door Francis Bacon (Cambridge). Zijn pogingen, in Engeland door de NRDC (National Research Development Corporation) en later op zeer grote schaal in de Verenigde Staten door de NASA gesteund, leidden tot de eerste werkende brandstofcel-die echter helaas ook de

laatste bleef. De Baconcel verbrandt waterstof met zuurstof in een drukvat met poreuze nikkelelektroden; het elektrolyt is kaliumcarbonaat. Niet alleen moet de druk hoog zijn, maar ook de temperatuur; de Baconcel werkt bij 250 °C en de gassen moeten erg zuiver zijn. Hij is daarom niet bruikbaar voor handelsdoeleinden, maar hij was een groot succes in het Apolloproject, waar hij de elektrische energie leverde. De ontwikkelingskosten worden geschat op honderd miljoen dollar.

Het basisprincipe om elektriciteit op te wekken met een brandstofcel is zo simpel, dat men al te snel aannam, dat zo'n cel kon werken met een goedkope koolwaterstof-brandstof, bij redelijk lage temperaturen en een passende katalysator. In feite is het niet gelukt een katalysator te ontdekken, die het mogelijk maakt een elektrische auto te laten lopen op een brandstofcel, ondanks verscheidene jaren van intensief werken en ondanks de onkostenrekeningen van meer dan vijftig miljoen dollar in de Verenigde Staten en van vele miljoenen dollars daarbuiten. Geen enkele katalysator hield het lang genoeg uit, ze werden allemaal snel vergiftigd, niet alleen door CO, maar zelfs door de spoortjes CO2 uit de lucht, die de brandstofcel gebruikt. Maar het feit alleen al, dat er zoveel onverwachte problemen rezen op de grenzen van de betrokken wetenschappen, gedurende dit onderzoek, geeft hoop dat de wetenschap wellicht eens de laatste hindernissen zal nemen en dat het te vroeg is volledig van dit onderwerp af te zien.[11]

Als al deze pogingen falen, kan men enige schrale troost putten uit het feit dat intussen de druiven zuur bleken. Het aantrekkelijkste van de elektrische auto was de ideale koppelkarakteristiek van de gelijkstroom-motor. Maar zorgvuldige studies hebben aangetoond, dat de verhouding vermogen/gewicht veel te klein was, en dat men zou moeten overgaan op wisselstroom-motoren, met omvormers (bijvoorbeeld thyristors) om de gelijkstroom in wisselstroom om te zetten met een variabele frequentie. Dat wordt nu niet bepaald de auto 'die een kind kan besturen'.

14 *Thermoëlektrische energie.* Alweer een verhaal vol frustratie. Het Seebeckeffect, het verschijnsel dat, wanneer twee metalen strips aan beide einden verbonden worden en één las verhit wordt, een elektrische stroom gaat lopen, was bekend sinds het begin van de negentiende eeuw. Het beste metalen-paar, bismuth-antimoon, werkt bij een optimale temperatuur met een rendement van ongeveer 0,8 procent, en men kon met andere metalen geen betere resultaten bereiken.

In 1929 had Abram Joffe, de grote Russische natuurkundige, het gevoel dat veel betere resultaten konden worden bereikt met halfgeleiders, en hij richtte een instituut op voor onderzoek op het gebied van de thermoëlektrische energie. Dit leidde tot de ontdekking van bismuth-telluride in p- en n-vorm, dat een rendement haalde van 4,2 procent. Dit bracht op zijn beurt weer vele Europese en Amerikaanse natuurkundigen, vooral Clarence Zener, de research-direkteur van Westinghouse, er toe een serieuze poging te wagen om een elektrische auto te ontwerpen. Het doel was een rendement van 12 procent, gelijk aan dat van een auto met een verbrandingsmotor in een stad. Door de veel betere rijeigenschappen en het ontbreken van alle mechanische overbrengingen, had de kleine elektrische auto wel eens een sterke concurrent kunnen worden, als het doel was bereikt. Maar het is droef, ook na vele jaren onderzoek, dat bijna alle binaire halfgeleiders omvatte en nog heel wat ternaire, het is niet gelukt. De enige troost voor de toegewijde onderzoekers was de ontwikkeling van een paar kleine draagbare energiebronnen en reserve energiebronnen voor ruimtevaartuigen; tevens nog een paar ontwerpen van koel-systemen, waarbij het omgekeerde effect (Peltier) wordt gebruikt om een las te koelen, door er in een bepaalde richting een elektrische stroom door te sturen.

15 *Thermionische energie.* Dit verhaal lijkt veel op het vorige. De grote moeilijkheid bij thermo-elektrische apparaten was, dat parallel aan de warmte die getransporteerd wordt door de

elektronen (wat een elektrische stroom oplevert) er een veel groter deel getransporteerd werd door gewone (rooster) warmtegeleiding en dus zonder elektrische stroom.

Maar wat zou er gebeuren als we de elektronen lieten bewegen in een vacuüm of door een met gas gevulde ruimte? In een vacuüm is de warmtegeleiding nihil en in een verdund gas heel gering. Er zijn zekere stralingsverliezen, maar er bestaat geen natuurkundige wet die het elektroden verbiedt om bijna spiegels te zijn, die heel weinig uitstralen. Dus hoeven we alleen maar een hete kathode te nemen, die op zeer korte afstand van een collectorelektrode te plaatsen, zodat de ruimtelading de stroom niet teveel zal beperken, ofwel de afstand wat groter te maken en het gas te ioniseren om de ruimtelading te onderdrukken, en we hebben een directe thermionische omvormer om warmte in elektriciteit om te zetten.

In feite begon de thermionische conversie, met caesiumdamp in de gasruimte, na slechts een paar jaar werken, daar waar thermoëlektrische conversie niet verder kwam, en haalde gemakkelijk 12 procent rendement. In 1966, na nog een paar jaar werk, kon het researchteam van de General Electric Company, onder leiding van Volney Wilson, een rendement van 20 procent bereiken. En toch werd de thermionische conversie nooit een succes. Er was een precisieapparaat voor nodig dat alleen in het klein gemaakt kon worden. In de GE-con-vertor, met een rendement van 20 procent, was de afstand tussen kathode en anode maar 0,1 mm, en de kathode werd witgloeiend. Voor een vermogen in de orde van grootte van 10 kilowatt zou een apparaat van 1 m^2 nodig zijn geweest en welke ingenieur zou durven garanderen dat de kathode niet 0,1 mm zou kromtrekken op een bepaald punt, en zo kortsluiting veroorzaken? Dus werd de caesium-convertor industrieel alleen gemaakt in kleine eenheden, als hulp-energiebron voor satellieten; en zelfs die worden niet gebruikt, omdat de voorkeur werd gegeven aan fotocellen, ondanks hun lagere rendement, omdat die geen spiegelsysteem vereisen om

het zonlicht te concentreren op de kathode. Convertors waarin de kathode werd verhit door verbrandingsgassen, in plaats van door straling van de zon, waren nog minder een succes omdat, zelfs na jaren van vastbesloten pogen, geen materiaal gevonden kon worden, dat na 2000 uur bij een werktemperatuur van 1500 graden C niet ging lekken.

Met dit verhaal van frustratie heb ik zelf ervaring. Het is waarschijnlijk, dat thermionen-convertors, als ze al gebruikt worden, alleen toegepast zullen worden in ruimtevaartuigen met kernreactoren als voornaamste energiebron, omdat er in de ruimte geen problemen zijn met het vacuüm. Als dit project (nu opgeschort wegens belangrijker problemen) wordt voortgezet, zal het werk, dat ik, samen met mijn medewerkers M.J.Albert en M.A.Atta heb uitgevoerd (1964-'66) bij het Imperial College (met steun van de NRDC en de Consolidated Controls Corporation, Bethel, Connecticut, Verenigde Staten), misschien nog op één punt een bijdrage betekenen. We hebben nieuwe materialen ontwikkeld voor de kathoden, waarbij het niet nodig is dat er caesiumatomen op condenseren, om 50-1000 A/cm² te kunnen uitsturen. Dientengevolge kunnen ze werken met zeer lage caesiumdruk, juist genoeg om de ruimtelading te overwinnen; niet in de orde van grootte van één torr, zoals bij de standaardconvertoren, maar één honderdste torr. De afstand tussen kathode en anode kan dan worden vergroot tot 1 mm, wat een veilige afstand is, zelfs bij een kronkelende kathode. Maar als mijn hoop mij bedriegt, zal ik het niet al te tragisch opvatten. Een uitvinder mag blij zijn als één van de tien programma's een succes wordt.

Ik heb vijf mislukkingen in het researchwerk genoemd. Aan de projecten 12-15 begon men met hooggespannen verwachtingen die in het gunstigste geval alleen tot een paar speciale toepassingen hebben geleid. We moeten de conclusie trekken dat nog lange tijd de kokend water-reactoren met roterende elektrische machines de energieproductie zullen blijven do-

mineren en dat de verbrandingsmotor de voornaamste krachtbron zal blijven voor auto's. Dat brengt ons tot de vraag: 'Hoe lang en tegen welke prijs zal brandstof voor vervoer per auto beschikbaar zijn?'

16 *De commerciële winning van olie uit leisteen.* Volgens sommige recente schattingen kan leisteen de behoefte aan olie op de wereld, bij zich uitbreidende vraag, dekken voor 150 jaar. Bij de huidige stand van zaken zou de winning winstgevend worden, als verkocht kon worden tegen drie maal zo hoge prijs als de huidige. Dat punt zal wel pas bereikt worden tegen het einde van de eeuw.

17 *Kunstmatige brandstof (zoals olie uit aardgas).* Technisch is het mogelijk, methaan te synthetiseren tot koolwaterstoffen met lange ketens (hoge druk, hoge temperaturen en bepaalde katalysatoren), maar de kosten zijn erg hoog, zelfs met de goedkoopste energie die nu leverbaar is. Het is de vraag of zulke processen lonend zullen worden vóór de oliehoudende leisteen is uitgeput, omdat de aardgasvoorraden waarschijnlijk eerder uitgeput zullen zijn. Uiteindelijk, als alle natuurlijke voorraden uitgeput zijn, zal zelfs de synthetische brandstof uit het waterstof uit water en uit de koolstof uit de CO_2 in de lucht niet als te duur beschouwd worden om de vliegtuigen in de lucht te houden.

2.3 Scheikunde

Chemische en fysisch-chemische methoden spelen een rol in alle vernieuwingen van materialen, die we in deze paragrafen besproken hebben, maar het belang ervan is zo groot dat ze een wat grondiger beschouwing verdienen, die werd verzorgd door mijn collega, prof. R. M. Barrer, FRS. (Fellow of Royal Society). Ik ben hem daarvoor zeer erkentelijk.

18 *Fysisch-chemische scheidingsmethoden.* Gedurende een periode van ongeveer veertig jaar zagen een aantal nieuwe, subtiele scheidingsmethoden het licht, waarvan de meeste nog steeds verbeterd worden. Ze worden hieronder in chronologische volgorde genoemd:

I De elektrolytische methode om het deuteriumgehalte van water te verhogen (Lewis en Mc.Donald).

II De chemische tegenstroomextractie-methode om stabiele isotopen te scheiden (Urey).

III De thermische diffusie-convectie methode om stabiele isotopen te scheiden (Clusius en Dickel).

IV De ontwikkeling, na de oorlog, van gas-vloeistofchromatografie, gel-permeatie en andere vormen van chromatografische scheiding met een zeer grote selectiviteit (Martin en Synge).

V De ontwikkeling van moleculaire zeven, door gebruik te maken van poreuze kristallen als absorbent en filter (Barrer).

VI De ontwikkeling van omgekeerde osmose als scheidingsmethode (Loeb en Souriajan).

Deze lijst van uitvindingen is verre van compleet. Ook technieken, die nog niet uit het laboratoriumstadium gekomen zijn, kunnen de industriële praktijk sterk beïnvloeden, omdat ze het industriële onderzoek veel doordringender en preciezer maken.

19 *Nieuwe katalysatoren.* Ook dit is een terrein waarop de chemici in zeer hoge mate inventief zijn geweest en nog zijn. We geven drie voorbeelden:

I Kraakkatalysatoren op basis van aluminium-silicaten; voor het eerst geïntroduceerd aan het eind van de jaren twintig/begin dertig om ruwe olie te kraken en te reformeren tot meer geschikte brandstoffen.

II Sinds 1960, de op moleculaire zeven gebaseerde, zeer actieve kraakkatalysatoren voor reformen en hydroformen, die

een grote doorbraak hebben betekend, vooral in de Amerikaanse olie-industrie.

III De stereo-specifieke katalysatoren van na de oorlog, voor de synthese van ruimtelijk regelmatige polymeren (Ziegler en Natta). Zulke polymeren hebben waardevolle eigenschappen, die veel minder naar voren komen in de ruimtelijk onregelmatige polymeren.

20 *Recente chemische ontdekkingen op anorganisch gebied.* Opnieuw drie voorbeelden:

I De ontdekking van de chemische reactiviteit van de zwaardere, zogenaamde inerte gassen, krypton en xenon, die heeft laten zien hoe verraderlijk het kan zijn om het etiket 'inert' te gebruiken.

II De ontdekking van verschillende organo-metaalverbindingen, die op kamertemperatuur moleculaire stikstof kunnen binden. Van deze gebonden stikstof werd gezegd, dat hij te sterk gebonden was om daarna nog te kunnen reageren tot nuttige produkten als ammoniak of hydrazine. Nog kort geleden echter vond Van Tamelen een fixatie van moleculaire stikstof, die vervolgens gemakkelijk tot ammoniak kan reageren. De mogelijkheid die chemische methoden bieden om dit zeer overvloedige element te laten reageren is van groot belang.

III Van andere organo-metaalverbindingen vond men uit, dat ze in staat waren moleculaire waterstof in homogene systemen te activeren, en het waterstof daardoor geschikt te maken om mee te doen aan hydrogeneringsprocessen. Bepaalde organo-metaalverbindingen worden beschouwd als modelstoffen voor enzymereacties, omdat ze specifieke eigenschappen hebben als katalysatoren, zoals hierboven vermeld werd.

21 *Biochemie.* Samen met biologen en kristallografen maakte de organisch chemicus de biochemie en de moleculaire bio-

logie tot een van de snelst groeiende en opwindende takken van wetenschap. Men hoeft ook nauwelijks meer te wijzen op de rol van de organische chemie in de medicijnen en de landbouw. De inventiviteit is erg groot en heeft zowel kritiek als lof geoogst. De organisch chemicus werkt ook samen met de polymeerexpert in het ontwikkelen van polymeren met nieuwe eigenschappen op basis van hun moleculaire samenstelling.

22 *Beheersen, testen en handhaven van kwaliteit.* Er is een overheersende en voortdurende functie van de chemie, die niet spectaculair is, maar toch even essentieel als de in het oog lopende ontdekkingen. Dit is met name het beheersen, het testen en het handhaven van kwaliteit. Dat komt ook tot uiting in het voortdurende streven naar verbetering van materialen die men stap voor stap geschikt probeert te maken voor hun vele verschillende toepassingen, door ze chemisch te modificeren.

23 *Olietechnologie.* De olietechnologie is een wel zeer indrukwekkend voorbeeld van de rol die de chemicus kan spelen bij het oplossen van niet alleen technische maar ook sociale problemen, zoals water- en luchtverontreiniging. Wasmiddelen, die gemaakt zijn van koolwaterstoffen met vertakte ketens worden niet afgebroken door bacteriën, zoals wel gebeurt met die welke gemaakt zijn van onvertakte koolwaterstoffen. In 1968 zuiverde de olie-industrie meer dan 500000 ton n-alkanen door middel van moleculaire zeven, die vooral gebruikt zijn als grondstof voor de wasmiddelen-fabricage.

Als dit proces geïntroduceerd kon worden in de petrochemische industrie en op een nog grotere schaal, zou dit grote invloed kunnen hebben op het probleem van de luchtvervuiling. Koolwaterstoffen met redelijk korte, rechte ketens zijn zeer geschikt voor dieseloliën, terwijl koolwaterstoffen met kortere vertakte ketens goede anti-pingel eigenschappen

hebben in autobenzine, evenals een hoog octaangetal zonder dat toevoeging van tetraethyllood nodig is. De paraffines, met hun lange, niet vertakte ketens, zijn weer heel geschikt als voedingsbodem voor eiwitproducerende micro-organismen. Maar het is natuurlijk een grote stap van de wasmiddelen-industrie met hun produktie van een half miljoen ton naar de olieraffinaderij met z'n vele miljoenen tonnen.

2.4
Vervoer

De auto met verbrandingsmotor is nog niet toe aan zijn laatste rit. Vijfenvijftigduizend doden per jaar in de Verenigde Staten, 1,7 miljoen sinds de eerste auto, honderdduizenden verminkten ieder jaar weer -die prijs is kennelijk niet te hoog voor het individuele vervoer. Maar het nut van de auto als middel tot tijdsbesparing neemt zo snel af, dat die laatste rit niet lang meer kan uitblijven. Het openbaar vervoer moet dus wel relatief belangrijker worden.

24 *Elektrische auto's*. De luchtvervuiling door de nu gebruikte auto's (onverbrande koolwaterstoffen en stikstofverbindingen) was de oorzaak dat de interesse in elektrische auto's sterk toenam. Helaas is,dat ook een gebied waar de natuur de uitvinder tegenwerkt. Het mislukken van de koolwaterstof verbrandende brandstofcel is al genoemd. Pogingen tot het maken van primaire cellen met hoge verhoudingen vermogen/gewicht, zoals de natrium-zwavel-batterij (Ford) of de lithium-chloor-batterij (General Motors), leken al bij voorbaat tot mislukken gedoemd, omdat de ingrediënten zo gevaarlijk zijn. Naar het schijnt heeft men deze pogingen dan ook stopgezet.

De oplaadbare zink-zuurstof-batterij (Joseph Lucas Ltd),[12] een soort kruising tussen een brandstofcel (omdat hij zuurstof uit de lucht verbrandt) en een accu (omdat hij oplaadbaar is, namelijk door het zink uit de oplossing weer op de platen te

laten neerslaan), heeft misschien betere kansen. Maar ook hier bleek dat de ontwikkeling moeilijk was. Men moet katalysatoren toepassen bij het opladen en deze gaan snel kapot. Er ontstaan dendrieten op de zink-elektrode, die kortsluiting veroorzaken in de batterij. Maar toch is het nog te vroeg om te zeggen dat deze problemen onoplosbaar zijn.[13]

Momenteel heeft de lood-zwavelzuur-accu nog de beste kansen, in zijn moderne, veel lichtere vorm, met dunne loodplaten. Hij bevat voldoende energie om ongeveer zestig km met een auto te rijden. Dit is dan wellicht een aanvaardbare oplossing voor het stadsverkeer, als de leeggeraakte batterij bij elk pompstation kan worden ingeruild voor een nieuwe.

25 *Auto's die minder luchtvervuiling veroorzaken*. Er blijken twee methoden te zijn om de luchtvervuiling, die door de verbrandingsmotor wordt veroorzaakt, tegen te gaan: naverbranders en beheersing van het verbrandingsproces. Nu blijkt de naverbrander niet te voldoen, omdat er geen materiaal gevonden kan worden, dat bestand was tegen de hoge temperaturen en de chemische reacties die voor de totale verbranding nodig zijn, en dat toch nog betaalbaar bleef. Aan de andere kant schijnt het probleem van de elektronisch beheerste brandstof-inspuiting rond te zijn. De inspuiting wordt daarbij zo aangepast, dat de complete verbranding verzekerd is onder alle rijcondities. Het wachten is alleen op een wettelijke regeling die het gebruik ervan verplicht stelt, want het is niet te verwachten dat de autobezitters uit eigen beweging een dergelijke prijsverhogende maatregel zelf zullen invoeren.

(IFF: 1980-1990, experts 1980.)

26 *Snelle treinen*.

I *Tussen de steden*. Het model hiervoor is de TOKAIDO-spoorlijn (Tokyo-Kyoto), die een topsnelheid heeft van 200 km per uur (onmerkbaar voor de reiziger), airconditioning in de rijtuigen en gemakkelijke vliegtuigstoelen. Dit type ver-

voer alleen zou voldoende vooruitgang betekenen tot het jaar 2000, als het overal werd ingesteld, waar het nodig mocht zijn, al zijn de tarieven momenteel tamelijk hoog.

II *In de steden.* Er zijn nog veel grote steden zonder ondergrondse, of met een ondergrondse met een te kleine capaciteit. Nieuwe lijnen zijn vaak op zich onrendabel, zoals de Londense Victorialijn, maar wel van groot sociaal belang voor de hele gemeenschap. Er bestaat geen betere methode om verkeersopstoppingen te vermijden.

27 *Supersnel vervoer (zonder wielen) op een eigen baan.* Voertuigen met een lineaire-inductiemotor zweven boven hun baan (of banen) en kunnen snelheden bereiken van 500 km per uur of zelfs meer. Men verwacht in Engeland dat het prototype van prof. Eric Laithwaite binnenkort in Cambridgeshire zal gaan rijden. In de Verenigde Staten heeft de Garett Corporation, in opdracht van het Ministerie van Vervoer, een demonstratie- en testvoertuig gebouwd met een stuw-kracht van 2000 kg, dat waarschijnlijk 375 km per uur zal halen. Een experimentele monorail met lineaire motoren is al in gebruik in de Sovjet-Unie, vermoedelijk één met wat lagere snelheden. Men werkt ook aan grootscheepse Hovercraft-projecten in Frankrijk en Japan. De kosten van het vervoer zonder wielen zullen, naar verwacht wordt, hoger zijn dan van de spoorwegen, maar zal wel kunnen concurreren met het vervoer per vliegtuig tussen de steden.[14]

28 *Transport over land, zonder wegen.* De Hovercraft kan ook te land belangrijk worden voor onderontwikkelde of dun bevolkte gebieden, vooral daar, waar rivieren of meren overgestoken moeten worden. Op het moment kan het vervoer zonder wegen niet concurreren met het vervoer door de lucht.

29 *Snel vervoer ter zee.* Hovercrafts, draagvleugelschepen en onderzeeërs strijden met het vliegtuig om de voorrang bij snel

vervoer en met de containerschepen om de voorrang wat betreft goedkoop vervoer. Het is nog de vraag of ze een plaats zullen vinden in de ecologie van het vervoer, afgezien van een paar specifieke toepassingen.

(IFF: luchtkussenschepen e.d. in algemeen gebruik: 1990-2015, experts 2000.)

30 *Containerschepen*. Over de toekomst hiervan hoeft niemand zich zorgen te maken. Ze zijn een typisch voorbeeld van een eenvoudige technische verbetering die enorme gevolgen heeft. Negentig procent kan op het laad- en loswerk bespaard worden, zeventig procent op de bemanning. Het aantal ervan neemt snel toe, ondanks de tegenstand van de vakbonden, en ze zullen waarschijnlijk nog verbeterd worden.

31 *VTOL (vertical take-off and landing aircraft) (verticaal opstijgende en landende vliegtuigen)*.[15] Sedert een tiental jaren praat men hier al heel serieus over, maar ze zijn nog in het stadium van bruikbaarheidsonderzoek. Er is nog geen pen op papier gezet voor het ontwerp. Voor de burgerluchtvaart spreekt men over een vliegtuig met een actieradius van 750 km en een snelheid van 600-800 km/uur, met accommodatie voor 150 personen en een gewicht van zo'n 50 ton. De snelheid is dus driemaal die van helikopters, de actieradius en het aantal zitplaatsen veel groter.

'STOL' (short take-off aircraft) (vliegtuigen voor korte startbanen) werden korte tijd gebruikt door de Eastern Airlines (Verenigde Staten), maar bleken niet te voldoen. Er is misschien een plaatsje in de wereld van het vervoer voor VTOL- en STOL-toestellen, als het verkeer in de lucht twee of meer malen zo druk is geworden als nu.

(IFF: VTOL/STOL, 1980-1990, experts 1990.)

32 *Supersonische vliegtuigen*. Een karakteristiek voorbeeld van een uitvinding, waarvan de ontwikkeling werd voortge-

zet ondanks enorme problemen en zonder dat zij commercieel een zekere toekomst tegemoet ging, hoofdzakelijk uit prestige-overwegingen en ten dele om de technische staf van de vliegtuigfabrieken aan het werk te houden op een technisch interessant project. De Brits-Franse Concorde en zijn tegenhanger in de Sovjet-Unie hebben nu de supersonische proefvluchten achter de rug. Hun toekomst is nog steeds onzeker. Het werk aan de ambitieuzer opgezette SST van de Boeing Company, moest worden stopgezet; hij zal nu worden vervangen door een 'Delta'-model.[16] De kwestie van de supersone knal is nog niet afdoende opgelost.

33 *Luchtbussen.* De reuzenvliegtuigen met 500 passagiers in de eerste versie en misschien 1000 in de tweede, zijn niet erg aantrekkelijk, niet voor de piloten en niet voor de luchthavens, maar ze zijn niet meer te stuiten. De vliegvelden zullen anders niet in staat zijn de stroom van passagiers, die nu elke zeven jaar verdubbelt, te verwerken. De Boeing-747 is de eerste van dit type en hij heeft zeker toekomst. De eerste jaren zullen de moeilijkheden legio zijn, want de luchthavens konden er nog niet toe komen om voor deze toestellen radicaal andere methoden te gebruiken, dan voor de huidige met hun (krap) 200 zitplaatsen. Uiteindelijk moeten snelle treinen gaan pendelen tussen de vliegvelden en de terminals (waarvan er meer moeten komen) om passagiers te halen en te brengen. De bagage moet in containers vervoerd worden (en pas bij de terminal weer te voorschijn komen). Er is op dit terrein ruimte te over voor het ontwerpen van prachtige systemen. In elk geval is er geen sprake van, dat men in 1980 de passagiers nog steeds van en naar de vliegvelden zou kunnen vervoeren met bussen, laat staan in eigen auto's.

34 *Verkeersveiligheid te land.* Er zijn experts, die geloven dat niets volledige veiligheid op de hoofdwegen kan verzekeren, behalve afstandsbesturing, onafhankelijk van de chauffeur (en

inderdaad, wat anders kan ons beschermen tegen dronken bestuurders?). Maar elektronische systemen kunnen falen en wat zal er gebeuren met de slapende of halfslapende bestuurders, als ze ineens aan hun lot worden overgelaten? Men kan natuurlijk denken aan een extra veiligheidssysteem., waardoor alle voertuigen stil staan, zodra de elektronische besturing uitvalt. Het beeld van kilometers lange rijen hulpeloze auto's is niet erg aantrekkelijk.

Er is dan misschien geen goede remedie tegen dronken of versufte bestuurders, er kan wel iets worden gedaan tegen het veel vaker voorkomende gevaar van bestuurders, die half in slaap achter het stuur zitten. Voortdurende automatische snelheidscontrole door radar bijvoorbeeld, of een apparaat dat automatisch een foto neemt, zodra een auto te dicht op zijn voorganger gaat rijden. Het wordt natuurlijk te duur om de hoofdwegen van begin tot het eind van deze apparaten te voorzien, maar ook een paar, op onbekende plaatsen kunnen een heilzaam effect hebben.

Rijden bij dichte mist levert aparte problemen op. Daarvoor bestaat al een vernuftig systeem (RCA): een weg, waarin groene, gele of rode lampen, die in het wegdek liggen, aangeven of er een auto vóór rijdt en op welke afstand. Men vond het te duur.

Kleine vaste-stof-lasers, die infrarood licht uitstralen, dat door de mist heendringt, zijn nu te koop, en ook kleine vaste-stof-infrarooddetectors, die de bestuurder op een voorligger attent kunnen maken. De laatste oplossing is veel goedkoper en heeft dus meer kans om aanvaard te worden.

35 *Veiligheid in de luchtvaart.* Ook dit belooft een vruchtbaar terrein te worden voor de uitvinders. Men telt momenteel in de Verenigde Staten de bijna-botsingen per dag bij dozijnen, zij het gelukkig niet veel echte. Een vernuftig nieuw systeem *(Eros,* Westinghouse) geeft de piloot instructies, hoe hij anderen moet ontwijken, terwijl voorkomen wordt dat andere pi-

loten last hebben van het signaal. Na vele premature pogingen schijnt het automatisch landen bij slecht zicht nu ook goed te gaan. Maar als het verkeer in de lucht de komende zeven jaar weer verdubbelt, wat waarschijnlijk is, blijft het verkeersprobleem urgent. Er zijn zelfs nog elementaire problemen op te lossen, zoals de communicatie tussen de piloot en de verkeerstoren. Meestal is het gesprokene zo slecht verstaanbaar, dat het alleen aan de uitstekende zintuigen van de bemanning te danken is, dat fout begrepen en fout gegeven aanwijzingen zo weinig voorkomen. Er moeten betere systemen komen voordat de verkeersdichtheid de gevarengrens overschrijdt.

2.5
Communicatie

Communicatie gaat steeds meer concurreren met vervoer en ik hoop dat dit zich voortzet. Zakenreizen, van verkoper naar klant, van directeur naar vestiging, maken een flinke portie uit van het totale verkeer. Zakenreizen naar de overkant van de oceaan met luxe passagiersschepen verschilden niet zoveel van plezierreisjes, maar het plezier is er afgegaan met de komst van het vliegtuig. Ze worden nu uitsluitend gemaakt als men van man-tot-man moet spreken en de telefoon ongeschikt is. Maar laat de zakenman nog een paar uur vrij hebben van kantoor, dat kan niet gezegd worden van de forens. Zijn dagelijkse tocht van en naar kantoor, met als enig uitzicht de voorligger en de verkeerslichten, moet gezien worden als verspilling van tijd en zenuwen. Natuurlijk, een mens is geen erg redelijk wezen, en honderdduizenden forenzen zijn best tevreden, al zitten ze één, twee of drie uur per dag op de weg-ze vervelen zich dan tenminste niet en het gevaar voor ongelukken is voor hen misschien net het zout in de pap. Maar volgens mij zou de grote meerderheid toch blij zijn met een wereld, waarin men alleen voor zijn plezier behoeft te reizen.

36 *De telefoon.* Er is niets mis met onze moderne telefoon, er zijn alleen te weinig lijnen. Heel wat Engelse firma's moesten terugkeren naar Londen, nadat ze op advies van de overheid naar de provincie verhuisd waren, omdat de lijnen altijd bezet waren. Als we echt van plan zouden zijn om het ontstaan van Megalopolis te voorkomen, moeten wij zorgen dat er voldoende lijnen beschikbaar komen, zelfs als ze niet rendabel zijn. In de Verenigde Staten kan dat bereikt worden door belastingfaciliteiten, in Engeland, waar de Posterijen een staatsbedrijf zijn, maar self-supporting, door er overheidsgeld aan te besteden.

37 *Draadtelevisie.* Draadtelevisie (ook genoemd 'kabeltelevisie' of, ten onrechte, 'centraal antenne-systeem') is hoogst wenselijk, al was het maar om al die lelijke antennes op de daken kwijt te raken. Het gebruik van dit systeem zal zich wel uitbreiden, omdat ***a*** de kwaliteit beter is, ***b*** er geen storing optreedt, ***c*** men geen last heeft van echo's, ***d*** betaling via een muntensysteem kan worden ingevoerd (betaal-als-je-kijkt)-tv met antenne-ontvangst vereist vernuftige signaalapparatuur om zwartkijkers op te sporen. In Engeland zijn ongeveer een miljoen tv's verbonden met een centrale antenne. In de Verenigde Staten stuitte het voorlopig af op de belangen van de commercie.

Draadtelevisie zou ook een groot voordeel opleveren voor een computerrekentijd-verhuursysteem, dat uiteindelijk zou kunnen leiden tot een nationale databank, want er zou dan al een breedbandkanaal aanwezig zijn in de huizen en kantoren.

38 *De picturephone.*[17] De 'picturephone' van Bell Telephone System is al geïnstalleerd in Pittsburgh en andere steden zullen spoedig volgen. Na vele jaren onderzoek had men nog geen betaalbaar bandcompressie-systeem kunnen ontwerpen; het nu verkrijgbare apparaat heeft een beeld van 12,5 bij 14 cm, net genoeg om één gezicht te laten zien, als men een band-

breedte van 1 MHZ gebruikt.

Waarschijnlijk zal men nooit compressieverhoudingen bereiken van gunstiger dan 1 : 4, zelfs niet met heel ingewikkelde systemen in de ontvanger. Als men een televisieprogramma via de bestaande telefoonlijnen zou willen verzenden, zou de ontvanger een computer moeten hebben, die weinig minder ingewikkeld is dan het menselijk brein. (Alleen dat brein kan de wonderbaarlijke prestatie leveren om ons, terwijl onze *fovea* ons maar een halve graad van het gezichtsveld scherp laten zien, toch de indruk te geven dat we een beeld over een beeldhoek van 180 graden scherp kunnen zien.)

39 *Communicatie tussen kantoren.* Als men alleen zijn partner wil zien, is een beeldtelefoon met 250 lijnen voldoende; maar als men een hele bedrukte pagina wil tonen of technische tekeningen, moet het beeldraster verfijnd worden tot tenminste duizend lijnen, en nog liever tot tweeduizend. Bovendien moet een goede televisiecamera het blad kunnen zien aan de kant van de zender, waarvan het beeld naar de ontvanger gaat, en één aan de kant van de ontvanger, waarvan het beeld dan weer overgebracht moet worden naar de zender, zodat ze beide dezelfde plaats op de tekening kunnen aanwijzen en onduidelijke punten verhelderen. De bottleneck is hier, dat er nog geen televisiecamera bestaat met een beeldraster van meer dan 1000 lijnen en dat de benodigde breedbandkanalen nog niet beschikbaar zijn.

Spiraalvormige golfpijpen of laser-licht-pijpen zouden op dit moment al de videocommunicatie van aardig grote steden kunnen verzorgen, maar tot nu toe waren ze niet commercieel rendabel te maken. Ook hier moet het technische onderzoek steun krijgen van de overheid, om het maatschappelijk nuttige ook winstgevend te maken.

40 *Elektronische bezorging van kranten.* De schrijvende telegraaf is nu bijna honderd jaar oud; een bescheiden toepassing

ervan is de telefoon met telex. Moderne telexen, zoals gebruikt in computers, kunnen sneller afdrukken dan de mens kan lezen. Als men kranten of tijdschriften wil overbrengen, met de foto's en de verschillende lettertypen, zijn de facsimile-overseiners beschikbaar, waarvan de verst ontwikkelde, de Xerox Telecopier II, documenten per telefoon verstuurt voor zakelijk gebruik. Dit is allemaal veel te duur voor huiselijk gebruik en in elk geval valt het te betwijfelen of de elektronisch bezorgde krant wenselijk is. De grote centrale organisatie, die ervoor nodig is, zou wel eens de genadeslag kunnen betekenen voor de plaatselijke kranten en zo een gevaar vormen voor de democratie.

2.6
Computers en data-verwerking

Dataverwerking is in de praktijk synoniem met routinewerk op het administratieve vlak en met kantoorwerk, uitgezonderd (althans voorlopig) het nemen van beslissingen op hoog niveau en het werkelijk creatieve werk. Daar administratief routinewerk tegenwoordig in de hooggeïndustrialiseerde landen de helft of bijna de helft van het aantal arbeiders in beslag neemt, hebben de computer en de moderne methoden van dataprocessing, die dit mogelijk maakten, een niet meer weg te denken invloed op bijna ieder aspect van het leven van alledag. De computer heeft het uitvoeren van rekenkundige bewerkingen miljoenen malen versneld. Dit heeft bij sommigen de indruk gewekt, dat de computer een grotere invloed op het moderne leven zou kunnen hebben dan het transport. Want met de komst van het straalvliegtuig werd de loopsnelheid van de mens maar met een factor 200 vergroot. Er zijn nu ongeveer 70000 elektronische computers, waarvan 50000 in de Verenigde Staten en 5000 in Engeland. Toch is de invloed ervan niet gemakkelijk met het blote oog waarneembaar. Het kantoorpersoneel is de laatste tien jaar in alle landen gestadig in aantal toegenomen. De wet van Parkinson bleek, tot nu

toe, sterker dan de computer.

Op dit terrein is het gemakkelijker voorspellingen te doen over de technische kant dan de gevolgen op sociaal gebied te overzien. Men moet gewaarschuwd zijn door het feit, dat rond 1950 enkele deskundigen van mening waren dat al het rekenwerk in de Verenigde Staten uitgevoerd zou kunnen worden door een tiental van de toenmalige (nog tamelijk langzame) computers. De schattingen voor Engeland kwamen op twee computers! Nog nooit te voren hebben zulke toch zo bekwame personen een markt met een factor van tenminste 10 000 onderschat. Men kan nu even gemakkelijk naar de andere kant doorslaan, door aan te nemen dat de enorme technische ontwikkeling, die nu zeker kan worden verwacht, door de maatschappij met even groot gemak zal worden verwerkt als tot nu toe.

41 *Snelheid.* De tijd benodigd voor een eenheid van verwerking, is de tijd die het elektronisch signaal nodig heeft om van het ene circuit naar het andere te gaan, vermeerderd met de respons-tijd van een halfgeleider-element. Dit is ongeveer de omgekeerde waarde van de frequentie waarmee het apparaat kan werken. Bij de snelste computers van vandaag is deze eenheid ongeveer 10 nanoseconden (een honderdste van een microseconde). Hoewel computers nog aanzienlijk verkleind worden, kan de tijd die nodig is om de afstand tussen de diverse elektronische onderdelen af te leggen, niet veel korter worden dan een nanoseconde. Eén gigahertz kan ook wel als een redelijke grens beschouwd worden voor een halfgeleider-element. Dus is de tijdseenheid per verwerking op dit moment waarschijnlijk maar tien maal zo groot als wat de limiet zal zijn. Toch verwachten deskundigen dat in de komende vijftien jaar de snelheid van computers nog ongeveer duizend maal zo groot zal worden. Dit kan slechts worden bereikt door de verschillende bewerkingen steeds meer parallel te laten uitvoeren. Men moet er evenwel aan denken, dat het program-

meren van zoveel parallel lopende bewerkingen een planning zou kunnen vereisen, die te vergelijken is met het tekenen van een zeer ingewikkeld PERT-netwerk.

42 *Geïntegreerde schakelingen op grote schaal.* Er wordt op het moment veel met LSI (large-scale integration) gewerkt, omdat dit goedkopere bouwstenen oplevert, de betrouwbaarheid verhoogt, de afmetingen verkleint en minder energieverbruik vraagt. Honderden componenten heeft men al verzameld op stukjes silicium ter grootte van een munt, die men zowel in het geheugen als in de logische schakelingen van computers kan gebruiken. Zichzelf reparerende computers kunnen waarschijnlijk ook worden gerealiseerd; bij het uitvallen van een LSI-eenheid kan automatisch een nieuwe worden ingeschakeld. Subroutines (dat zijn onderdelen van een computerprogramma) zullen vermoedelijk in 'hardware' worden uitgevoerd. Men verzekert dat de logische schakelingen en het snelle geheugen van de grootste nu bestaande componenten uiteindelijk zullen passen in een schoenendoos. Dit lijkt echter nogal zinloos, zolang de randapparatuur van computers niet in gelijke mate verkleind kan worden.

43 *Geheugen.* Het ziet er nu naar uit dat LSI-geheugens met twee-fasen halfgeleiderelementen de magnetische geheugens bij de nieuwe generatie computers zullen vervangen. Er zullen dan waarschijnlijk met de hand verwisselbare geheugens komen.

Voor permanente geheugens in zeer snelle computers bieden holografische geheugens de beste perspectieven. Een fijnkorrelige fotografische film (of een fijn kristal), opgenomen met holografie, kan tenminste 50 binaire patronen (zwart of wit) bevatten op het oppervlakte van een normale foto, met een goede gradatie en een dito scherpte. Elk bitpatroon kan apart te voorschijn worden geroepen met een laserstraal onder de juiste hoek. Tien miljoen bits per cm^2 is al gerealiseerd. Geen

enkel lichtgevoelig elektronisch apparaat is snel genoeg om dit in één microseconde uit te lezen. Hiervoor moet uitgebreide toepassing van parallelverwerking mogelijk worden. De binairepatronen worden dan verdeeld in eenheden van acht maal acht, die allemaal tegelijk worden uitgelezen door 64 halfgeleider-fotodiodes, waarvan een zeer groot aantal tegelijk kan werken, elk op zijn eigen stukje silicium. Men verwacht, dat men op deze wijze 10^7 bits in één microseconde kan uitlezen. De variërende hoek van de laserstraal wordt verkregen door Bragg-reflectie bij het leiden van reeksen hoogfrequente geluidsgolven door vloeistoffen, glas of kristallen. De tot dusverre ontwikkelde apparaten hebben duizend apart te onderscheiden posities of 'spots', maar enige honderden blijken ook mogelijk te zijn.

Het werk aan uitwisbare holografische geheugens houdt ook beloften in. 'Curiepoint'-apparaten, gebaseerd op de ontmagnetisering bij verwarmen met een fijne laserstraal van dunne lagen van enkele verbindingen die bijvoorbeeld bismuth-mangaan en gadolinium-ijzer bevatten, en uitgelezen door middel van het Faraday- of Kerr-effect, blijken op dit moment alleen bruikbaar voor binaire geheugens, maar zelfs hun capaciteit benadert de één miljoen bits per cm^2. Elektro-optische kristallen en 'Eidophor'-toestellen (waarin een kathodestraalbundel een profiel schrijft op een vloeibare of thermoplastische substantie) worden ook beschouwd als uitwisbare holografische geheugens.

44 *Input.* Hoewel de ponskaart nog steeds een overheersende positie inneemt, worden er voortdurend pogingen ondernomen om die positie te ondergraven, door toetsenborden direct te koppelen aan de computer, of door de ponskaart te vervangen door het direct lezen van getypte bladen, getypt met een willekeurige schrijfmachine; niet alleen die welke speciaal gemaakt zijn voor magnetisch schrift. De twee belangrijkste benaderingsmethoden van het probleem van het

herkennen van schrift zijn de elektronische lezer en de holografische. In elektronisch uitgevoerde lezers wordt de letter geprojecteerd op een raster van foto-elementen die in een standaardpositie geschoven zijn, en geïdentificeerd op grond van bepaalde karakteristieken, waarbij een elektronische schakeltechniek gebruikt wordt, die tegelijk klassificeert. De laatste tien jaar zijn ze zo verbeterd dat de prijs tien maal zo laag geworden is, en nu om en nabij veertigduizend dollar bedraagt. In het holografische systeem wordt de letter tegelijkertijd aan een groot aantal optische tests onderworpen, door het beeldspectrum van de letter te projecteren op een raster van test-hologrammen. Deze geven een respons, door al of niet een scherp gerichte, gebroken lichtstraal uit te zenden op een raster van fotocellen, die de aanwezigheid van een letter of van zijn kenmerken aangeven, waaruit dan een elektronische schakeling de letter herkent.

Door dergelijke machines zijn met de hand geschreven letters met succes gelezen, en ze worden gebruikt voor het sorteren van brieven en cheques. Het machinaal lezen van handschriften blijft een zeer moeilijk probleem, waarschijnlijk in geen verhouding tot het belang ervan.

De invoer van de menselijke stem is een probleem dat leuk wordt omdat het zo moeilijk is. Het lezen van getallen lukte, maar niet met elke spreker. Het valt te betwijfelen of het mogelijk is met een machine, die eenvoudiger is dan het deel van de hersenen waar het gehoor zetelt; en zelfs mensen kunnen gesproken getallen verkeerd verstaan, terwijl fouten bij de computer-input een kostbare zaak kunnen zijn.

45 *Output.* De schrijfmachine is nog steeds het meest belangrijke uitvoermedium, en als dit te langzaam gaat, kunnen elektrostatische printers, in het bijzonder de kathodestraalprinter, worden gebruikt. Een sprekende stem als uitvoermedium is technisch mogelijk, omdat niet alleen getallen, maar ook tekst kan worden samengesteld, door opeenvolgend

een groot aantal kleine magnetische drums af te draaien, die stuk voor stuk een bepaalde klank of klankencombinatie vertegenwoordigen. Maar dit systeem zal wel alleen gebruikt worden als waarschuwingssignaal, of in die gevallen waarin de operator ergens anders heen moet kijken, omdat het oor de gegevens veel te langzaam verwerkt. Grafische voorstellingen, daarentegen, worden steeds belangrijker, vooral CRT-(kathodestraalbuis-)uitvoer, waaraan we aandacht zullen besteden in paragraaf 47.

Het papiergebruik van computers is van dien aard, dat een uitwisbare output de aandacht verdient, te meer omdat slechts een klein gedeelte ervan blijvend wordt opgeslagen.

46 *Time-sharing.* Time-sharing is nu zo ver gevorderd, dat landelijk verbonden computernetwerken en databanken ernstig worden overwogen. Logischerwijs zullen netwerken tussen industrieën onderling een tussenstadium vormen, maar de moeilijkheid om onafhankelijke bedrijven te laten samenwerken is maar al te bekend. Het is aannemelijker dat grote firma's eerst hun eigen time-sharing netwerk zullen aanleggen. Dit kan heel goed leiden tot een stadium, waarin alle gegevens van het bedrijf zijn opgeslagen op magnetische trommels of schijven, of in een holografisch geheugen, die in enkele seconden toegankelijk zijn door middel van een facsimile recorder of een kathodestraalbuis.

Het idee om zo'n centrale dienst uit te breiden tot één waarop elk huis kan worden aangesloten, zodat men zijn gegevens per telefoon kan opvragen, staat dicht bij de science fiction. Het knelpunt is de gesproken input. Digitale input (misschien met een typemachientje of tenminste een toetsenbord met cijfers, verbonden met de telefoon) is eerder te verwezenlijken, en gesproken uitvoer is immers helemaal niet onmogelijk. (Maar hoe zal men reageren op boodschappen die beginnen met 'Dit is een opname-apparaat. ..'? Tenzij iemand met de computer vlot een gesprek kan voeren, maakt zoiets de men-

sen waarschijnlijk schichtig.)

(IFF: regionale databanken: 1973-1980-1985, experts 1980.)

47 *Technische ontwerpen.* Een van de indrukwekkendste computers is de 'Sketchpad', een computer waarvan de input en de output verschijnen op een kathodestraalbuis. De computer is, bijvoorbeeld, geprogrammeerd voor lineaire schema's. De ontwerper schetst met een 'lichtpen' een grof schema, bestaande uit weerstanden, spoelen en condensatoren, dat door de computer onmiddellijk wordt verbeterd en veranderd in een nauwkeurige tekening met de juiste standaardsymbolen. De impulsrespons en de frequentierespons van het schema verschijnen op het CRT-scherm (Cathode Ray Tube, later beeldscherm of Monitor) als een knop wordt ingedrukt. De ontwerper verandert zijn gegevens tot hij tevreden is, voegt er dan andere schema's bij (als hij een ingewikkeld netwerk wil ontwerpen) en krijgt elke keer antwoord, hoe gecompliceerd het netwerk ook is. De 'Sketchpad' kan ook geprogrammeerd worden voor constructies in een vlak, waarbij de spanningen onmiddellijk verschijnen als de belastingen zijn opgegeven. Men kan zelfs een hele brug ontwerpen met deze computer.

Dergelijke apparaten zouden eigenlijk de constructeur moeten vervangen, die tot nu toe ontwerpformulieren zat in te vullen met gegevens, die hij uitrekende met een rekenliniaal of een tafelcomputer. Ze kunnen zelfs het maken van tekeningen overbodig maken, omdat de verkregen gegevens op magnetische band gezet kunnen worden ter besturing van digitaal bestuurde machines. Ze hebben reeds op grote schaal de honderden tekenaars vervangen, die in de 'zolderruimten' van constructiebureaus voor schepen of vliegtuigen de vleugel- of de scheepsplaten op ware grootte op papier zetten. Zij hebben zich ook een plaats veroverd tussen de zeer ervaren ontwerpers. De berekening van een vliegtuigvleugel, die uit meer dan honderd onderdelen bestaat, waarvoor honderden manjaren nodig zouden zijn (als ze al betaald konden worden), duurt nu

ongeveer twintig minuten en de optimalisatie enkele uren.

De conclusie is zonder meer duidelijk. De computer zal een 'aristocratische revolutie' teweegbrengen in de constructiesector. Men zal nog slechts creatieve geesten nodig hebben en kundige programmeurs. Toch leveren de technische hogescholen steeds meer afgestudeerden af, waarvan het merendeel geen ander werk meer zal kunnen doen dan het oplossen van routinevraagstukken.

48 *Software.*[18] De meeste computergebruikers bieden alleen data aan, die verwerkt worden volgens een programma dat al geschreven is, maar er is een groeiende behoefte aan nieuwe programma's. Deze worden in de regel niet van de grond af aan opgebouwd, maar men maakt gebruik van reeds bestaande standaardprogramma's.

De laatste tien jaar is men gaan inzien, dat het leveren van een pakket standaardprogramma's even belangrijk is als en een aanvulling op, de computer zelf. De programma's, nu bekend als 'software', zijn beschikbaar voor alle gebruikers. Ze worden als basis gebruikt voor de individuele programma's, geschreven voor een speciaal doel.

De compilers worden gerekend tot de belangrijkste software. Dit zijn de programma's die de vertaling verzorgen van andere programma's, vanuit de taal waarin die zijn geschreven in een voor de computer leesbare taal. Vele honderden computertalen zijn in de loop van de tijd uitgedacht, maar slechts enkele worden algemeen toegepast, met name Fortram, Cobol, Algol 60 en het nieuwe en compacte PL/I. Niettemin is er nog behoefte aan diverse computers om tegemoet te komen aan eisen zoals snelheid, efficiëntie enzovoort.

Het ontwerpen van software is een nieuwe techniek geworden, die beoefend wordt door gespecialiseerde bedrijven. Sommigen geloven, dat de vooruitgang in programmeertalen en methodieken, de taak van het programmeren dermate zal vereenvoudigen, dat de behoefte aan specialisten zal verdwij-

nen. Het is echter waarschijnlijker dat, door het gebruik van de computer op steeds weer nieuwe gebieden, de behoefte aan software eerder toe dan af zal nemen, en dat het onderzoek naar efficiëntere constructiemethoden voor software zelfs zal vragen om meer ervaren specialisten. Tot ongeveer 1964 ontwikkelde de hardware zich nagenoeg onafhankelijk van de software. Sindsdien is de invloed van de software steeds duidelijker geworden, en tegenwoordig geeft ze de toon aan voor de nieuwe ontwikkelingen in de computerindustrie.

49 *Management-informatiesystemen* (MIS). Een vaag maar ambitieus modewoord: MIS. Het schijnt het meest gebruikt te worden om managers ervan te doordringen dat ze achterlopen, als ze ordners gebruiken in plaats van computergeheugens, of als ze statistieken raadplegen in plaats van een beroep te doen op de databanken. De technische middelen zijn beschikbaar, maar als MIS iets wil betekenen, moet het inhouden dat de nieuwe communicatiekanalen, met hun bijna onbegrensde capaciteit, ook in staat zijn de managers betere informatie te verschaffen om hun beslissingen op te baseren dan die welke de vorige generatie tot zijn beschikking had. Dit is voorlopig geen kwestie van machines, maar van mensen, van marktonderzoekers en economen, die natuurlijk bijgestaan kunnen worden door machines, vooral door simulatoren. Er is tot nu toe geen aanwijzing dat de onzekerheid in de economie, in vergelijking tot de voorafgaande tien jaar, is afgenomen sinds de komst van de computer.

Hoe volmaakt de voorspellingstechniek in de toekomst ook mag worden, beslissingen moeten los daarvan genomen worden. Ik stem volledig in met hetgeen Erich Jantsch heeft gezegd op het NASA-symposium over 'Technical Forecasting', 18 oktober 1967: 'Alles wat we weten over het menselijk gedrag doet vermoeden, dat het nemen van beslissingen op volledig rationele gronden de drijvende kracht in de dynamiek van de maatschappij, die door uitdaging en besluit wordt ge-

vormd, zal uitdoven. De rationalisering die wij nastreven door onze planning is de *rationalisering van het uitgangspunt voor actie.'*

50 *Het terugzoeken van informatie en associërende computers.* Iedere computer associeert op een primitieve manier, als hij een adres verbindt met de inhoud van het geheugen. Dit is voldoende om informatie terug te zoeken, overal, waar de mens een complete indeling van het universum van mogelijkheden heeft verzorgd, bijvoorbeeld het universum van de chemische stoffen. Zulke computers staan gelijk aan een volmaakt onwetende bibliothecaris, die alleen de weg weet in van te voren geordend materiaal, maar de computer is door zijn snelheid en door de hoeveelheid informatie, die in zijn geheugen gestouwd kan worden, natuurlijk elke menselijke bibliothecaris de baas. Wanneer de ordening incompleet is, bestaat het gevaar dat de gebruiker overladen wordt. Ze kunnen, bijvoorbeeld, de gegevens verschaffen over een chemische stof, die achterhaald zijn door meer recent werk. Een selectief trefwoordensysteem, dat voortdurend en kritisch wordt bijgewerkt, is daarom noodzakelijk, zelfs op gebieden waar een goede ordening al bestaat.

Er wordt hard gewerkt aan systemen om geselecteerde informatie te verspreiden (ter vervanging van 'abstractingjournals'), waarin elk artikel gekarakteriseerd wordt door een paar trefwoorden die het onderwerp aanduiden, en die beantwoorden aan het 'zoekprofiel' dat de gebruiker indient. Als nieuw materiaal in het geding is, is een teveel aan gegevens bijna niet te vermijden. Zelfs als artikelen verschijnen in tijdschriften met een goed reviewingsysteem, kan het belang of de relevantie ervan pas na enkele maanden beoordeeld worden, als ze kritisch beoordeeld zijn door jonge experts die tijd hebben om tijdschriften te lezen, en daarna door de oudere experts die geen tijd hebben om te lezen, maar vertrouwen op de jongere mensen die hun de informatie doorgeven. Maar zelfs

een 'instant' kritisch systeem om informatie te verspreiden, ware het mogelijk, zou in onze tijd van snel ontwikkelende terreinen van wetenschap achterlopen, want op het moment dat het artikel verschijnt, is de auteur meestal alweer een stap verder. Paradoxaal genoeg verkrijgen de meeste geleerden en technici in deze tijd van ongeëvenaarde snelle communicatie-technieken, hun informatie meestal via mondelinge communicatie: door conferenties bij te wonen, waar nieuwe ideeën in de wandelgangen worden besproken, of door laboratoria te bezoeken waarvan ze weten dat er 'goede' mensen aan het werk zijn (een oordeel datje niet kunt overlaten aan een computer). Gezien deze moeilijke situatie, kunnen we troost putten uit de gedachte dat er geen enkele noodzaak bestaat om de wetenschappelijke en technische vernieuwing nog te verhaasten.

Een 'zelf-regelende computer', die evengoed als het menselijk brein in staat is de input zinvol en kritisch te abstraheren, en deze daarna kan associëren met een even kritisch uitgezocht deel van de relevante gegevens in het geheugen, ligt nog ver buiten de grenzen van ons kunnen. Misschien wordt dat pas mogelijk als we het menselijk brein hebben leren begrijpen. Maar 'tevoren geregelde' computers die wél kunnen associëren, zullen waarschijnlijk langzaam maar zeker gerealiseerd worden voor het eind van de eeuw. [19] Men heeft ze hard nodig voor verwerking van medische statistieken, om snelle correlaties te berekenen van de neveneffecten van nieuwe geneesmiddelen, en om de (schadelijke) werking versterkende effecten van combinaties van verscheidene geneesmiddelen met steeds andere omstandigheden te bepalen, situaties die zo weinig voorkomen dat geen enkele dokter en zelfs geen ziekenhuis de significante gegevens zou kunnen verzamelen.

Een andere lijn waarlangs men goed vordert, is de computer die verbindingen kan leggen met een onvolledige input. P.J. van Heerden was de eerste die erop wees (1963), dat hologrammen weer een volledige tekst kunnen samenstellen uit

een fragment. Dit werd uitgewerkt voor algemene toepassing door H.C. Longuet-Higgins en de auteur. Het is niet nodig een optisch hologram te gebruiken, want het wiskundige proces kan nagebootst worden op elke computer. Zo'n 'holografisch' associërend geheugen kan niet alleen een volledige tekst samenstellen op grond van een fragment, hij kan zo'n fragment ook verbinden met andere relevante teksten, mits die verbinding in de computer gevoerd is door de ontwerper. Associaties met andere teksten en associaties met de conclusies op grond daarvan zijn ook mogelijk. Dergelijke computers geven gemakkelijk de indruk dat ze 'intelligent' zijn, terwijl ze veel eerder gelijk staan aan een oude, wijze man, met een goed geheugen.

51 *Geautomatiseerd systeem van kredietwaardigheidscontrole, deposito en controle van de boekhouding*. Dit zal gerealiseerd zijn als niemand meer betaalt met contant geld of betaal-cheques die door een kantoorbediende gecontroleerd moeten worden, maar alleen nog met een ponskaart of met magnetisch of optisch leesbare cheques. Deze zullen terstond gecontroleerd worden bij de bank van de koper, overgeschreven naar de verkoper en doorgegeven aan het centrale belasting-kantoor. BTW kan automatisch afgetrokken worden, de rest van de belasting zal berekend worden op basis van alle financiële handelingen van de burger. Dit is natuurlijk zo al niet de naakte maatschappij, dan toch de economisch naakte maatschappij. De voordelen zijn dat BTW en omzetbelasting, die waarschijnlijk in de toekomst een steeds groter deel gaan uit-maken van de overheidsinkomsten, snel en betrouwbaar ge-ïnd kunnen worden, verder dat financiële debieten tot een minimum beperkt zullen worden. Het nadeel is dat dit systeem vele duizenden, zo geen miljoenen kantoorbedienden overbodig zou maken.

52 *'Hiërarchische' computers.* De mens kan 'hiërarchisch' den-

ken, dat wil zeggen: hij kan denken op veel niveaus van complexiteit, waarbij hij de toenemende ingewikkeldheid meester blijft door voor elk niveau de regels en regelmatigheden uit te denken. De scheikunde, bijvoorbeeld, kan worden opgevat als atomaire of als moleculaire natuurkunde. In dat geval worden alleen het begrip en de wetten van de valentie uit de scheikunde overgenomen. (De scheikunde is niet op die manier ontstaan, maar deze opvatting wordt in de moderne theoretische scheikunde heel bewust toegepast, via vereenvoudigde golfmechanica.)

Beginnend bij de atomaire natuurkunde is er een doorlopende volgorde, via moleculen, macro-moleculen, cellen, organen, organismen, tot sociale eenheden, elk met hun eigen wetten, van de golfmechanica tot aan de wetten der psychologie, de massapsychologie, economie en het gewoonterecht. De nu bestaande computers kunnen op een hoog niveau geprogrammeerd worden (bijvoorbeeld voor medische diagnose of zelfs voor het strafrecht) maar zonder, zoals de mens, lacunes in de wetten van het ene niveau te kunnen aanvullen, door het inzicht dat men heeft op het niveau dat eronder ligt. (Bijvoorbeeld fysiologie als basis voor medische diagnose, psychologie als achtergrond van het strafrecht.) Er is geen fundamentele reden waarom de computer niet ook zo ver zou komen in de toekomst, maar niet zonder de hulp van zeer deskundige programmeurs. Op het moment is het nog nauwelijks denkbaar dat een computer bijvoorbeeld de symptomen van een nierziekte zou herkennen, als hij die nog niet eerder heeft gezien, of een jeugdtrauma, louter en alleen door middel van fysieke tests. Voor de computers dat laatste stadium kunnen bereiken, moet de Gestaltpsychologie eerst een echte wetenschap worden in plaats van een verzameling zeer boeiende, maar nogal verbijsterende experimenten.

Dit roept de vraag op, of de computers in de naaste toekomst in staat zullen zijn de menselijke intelligentie te overtreffen. John von Neumann heeft op deze vraag een heel goed

antwoord gegeven, toen hem tijdens een lezing werd gevraagd, of er nu niets was, dat een computer niet kon: 'Mevrouw, als u me *exact* kan vertellen, wat een computer niet kan, zal ik u wellicht een computer kunnen leveren, die het kan.' De computer faalt grandioos, als wij hem niet *exact* kunnen instrueren wat hij moet zien. De dokter kan niet vertellen wat hij nu precies ziet in het gezicht van iemand met een nieraandoening, de kunstkenner kan, als hem zijn mening wordt gevraagd niet precies vertellen waarom hij nu gelooft dat dit schilderij een Picasso is en geen vervalsing. (En natuurlijk vergissen de dokter en de kunstkenner zich ook wel eens.) Aan de andere kant kan de computer alles doen, als we de gegevens en de regels exact specificeren, en hij kan dan de mens overtreffen in snelheid en in de complexiteit van de problemen die hij aankan.

(IFF: computers met een IQ boven 150: 1980-1990-2010, experts 1980.)

53 *Computers om sociale systemen na te bootsen.* Ook dit is geen kwestie van computertechniek, maar van menselijke kennis die in de machine kan worden ingevoerd. Het verbeteren van die kennis is een taak van uiterst groot belang.

Hoe ver we hierin al gevorderd zijn, kan het best getoond worden aan de hand van het model van Jay Forrester voor stedelijke groei en verval *(Urban Dynamics,* MIT Press, 1969). Forrester onderscheidt negen variabelen: drie typen industrieën (van modern tot verouderd), drie typen woningen en drie typen werkzaamheden (van hoog geschoold tot half werkloos) in een stad die in een geïndustrialiseerd land ligt. Om het model doelmatig te maken moest hij wetten invoeren, die de variabelen met elkaar verbinden, bijvoorbeeld de invloed van de aanwezigheid van hoog geschoolde arbeiders op de groei van nieuwe, progressieve industrieën, en de invloed van het beschikbaar zijn van goedkope gesubsidieerde woningen op het binnenstromen van half werklozen uit andere steden. Het

is duidelijk dat er veel ruimte overblijft voor kritiek, hoe plausibel veronderstellingen ook zijn. Maar dit model wordt achteraf sterk in zijn waarde bevestigd door het opmerkelijke feit, dat de resultaten in hoge mate onafhankelijk zijn van de veronderstellingen en ook door het feit, dat ze een erg realistische weergave opleveren van historische voorbeelden van de groei van een stad over een periode van honderd tot tweehonderd jaar. Het blijkt dat een zeer belangrijke algemene conclusie getrokken kan worden uit de pogingen om dit model te hanteren: bijna alles dat op korte termijn helpt, is schadelijk op lange termijn. Subsidie, om eens iets te noemen, als remedie tegen een tekort aan goedkope woningen kan zo'n toevloed van half werklozen tot gevolg hebben, dat nieuwe industrieën ontmoedigd worden, belastingen stijgen en het huizentekort na een tijdje erger wordt dan tevoren.

Dit punt zou, natuurlijk, niet meer gelden voor een model van een land dat zijn deuren gesloten houdt voor immigranten, maar de lering 'remedie op korte termijn - verslechtering op lange termijn' is misschien algemeen en van belang voor alle democratieën, waar de staatslieden en de hoge ambtenaren voor vier of vijf jaar gekozen worden en daardoor gedwongen worden, het accent te leggen op onmiddellijke oplossingen, om zeker te zijn van herkiezing.

Waar kan de kennis vandaan komen om modellen, zoals dat van Forrester, te verbeteren? Slechts ten dele uit historische studies, omdat de geschiedenis in essentie alleen het verhaal vertelt van die éne mogelijkheid uit vele. Bovendien confronteert de moderne techniek ons steeds met problemen die uniek zijn in de geschiedenis. Een verbetering die hout snijdt, kan alleen via de moeizame weg bereikt worden: door langzaam maar zeker de wetten te ontdekken, die de sociale dynamiek beheersen. We moeten toegeven, dat de moeilijkheden die deze taak oplevert, iemand gemakkelijk kunnen ontmoedigen. De statistische mechanica is een grote prestatie van de natuurkunde. Het gedrag van ingewikkelde eenheden,

als gassen en vloeistoffen, wordt met succes voorspeld, op grond van eenvoudige wetten die de interactie tussen hun atomen of moleculen beheersen. Maar de statistische mechanica stuitte onlangs op bijna onoverkomelijke moeilijkheden, toen men probeerde daarmee het verschijnsel van de collectieve interactie in plasma's te voorspellen, waar elk ion niet alleen met zijn naaste buren in contact treedt, maar als het ware ook nog 'weet' wat alle andere doen. Op die wijze produderen de ionen instabiliteiten die tot nu toe alle pogingen tot beheerste kernfusie hebben verijdeld.

Maar dit is nog niets, vergeleken bij de complexiteit van menselijke samenlevingen, waar de individuen (of de organisaties, zoals bedrijven of regeringen) ook nog proberen *van tevoren* te weten wat de anderen zullen gaan doen. (Denk aan de effectenbeurs als duidelijk voorbeeld.) Maar toch, het probleem van stabilisering van de samenleving door op lange termijn vooruit te kunnen zien, is van zulk een belang, dat we ons niet mogen laten ontmoedigen. We zullen de kunst meester moeten worden van het handhaven van het evenwicht in de wereld, zonder de individuele vrijheid aan te tasten, want het alternatief is een serie rampen, of een politiestaat die evenwicht verzekert door alles te onderdrukken.

2.7
Robots

54 *Door de mens beheerste kunsthanden.* In hun simpelste vorm zijn het apparaten die de bewegingen van de bedieningsman volgen. In een verder ontwikkelde vorm worden ze versterkt met servo-motoren, net zoals bij auto's met een stuurbekrachtiging. Het eerste type kan handelingen verrichten onder omstandigheden die gevaar opleveren voor de gezondheid (radioactiviteit, hitte, diepzee), het tweede type kan ook taken vervullen, die de menselijke kracht te boven gaan. De Deense uitvinder Leif Sorensen heeft elektronisch-hydraulische afstandsbedieningssystemen gebouwd voor graafmachines en

dergelijke, die de machinist het ongemak besparen van het hellen en trillen van deze machines.

Een nauw verwant soort apparaat is de moderne prothese, met servo-motoren die mensen zonder ledematen (bijvoorbeeld softenon-slachtoffers of geamputeerden) in staat stellen hun kunstledematen in werking te stellen met de spieren van de stomp. Het streven is erop gericht prothesen te ontwikkelen, die bediend kunnen worden door de daarvoor geschikte zenuwen in de stompen van de ledematen. Maar voor zover de auteur bekend is, is dat nog niet gerealiseerd.

55 *Geprogrammeerde kunsthanden.* De verst ontwikkelde van dit soort robots is de UNIMATE (Consolidated Controls Corporation, Bethel, Connecticut, Verenigde Staten), uitgevonden door George Devol. Het ding is 'menselijk' in bewegingen en vorm, met een romp, schouders, ellebogen, polsen, vingers en een aantal verschillende 'handen'. Men laat zo'n 'hand' eenmaal, heel langzaam, alle handelingen doen die hij moet gaan verrichten; daarna kan de snelheid worden ingesteld en de robot zal een serie handelingen gaan verrichten, waarin maximaal 200 bewegingen (stappen) mogen voorkomen, met elke gewenste snelheid en zolang men wil. De stappen worden opgeslagen in een magnetisch geheugen, verder is het apparaat hydraulisch uitgevoerd. De UNIMATE kan bijvoorbeeld een stuk metaal uit een rek of een goot nemen, dat in een vormgietmachine plaatsen, het nog roodgloeiende afgietsel eruit nemen en op een ander rek plaatsen, op een lege plaats en zonder de eerder geplaatste gietsels te raken, tot het rek vol is. In deze en vele andere toepassingen overtreft hij de beste operator in nauwkeurigheid, vierentwintig uur lang. Tot ieders verrassing was de houding van de arbeiders en ook die van de vakbonden in de Verenigde Staten tegenover deze soort robot positief. Ze zien hem als een gewillige slaaf en niet als een onderkruiper.

56 *Robots met zintuiglijke feedback.* Sommige van de UNIMATE's die in metaalgietbedrijven werken, hebben een eerste rudimentaire vorm van zintuiglijke feedback door een infrarood systeem, dat de temperatuur van het gietsel controleert. Als die niet goed is, gaat de robot over op een alternatieve reeks van handelingen. Het is waarschijnlijk bijna onmogelijk om verder te komen dan dit punt. 'Wie een robot probeert te ontwerpen, krijgt een diep respect voor de intelligentie van een mongooltje' (J. F. Engelberger, mede-uitvinder van de UNIMATE).

Robots met een zintuiglijke uitrusting zijn gebouwd bij MIT en bij de Stanford Universiteit, maar hoewel ze met digitale computers verbonden zijn, zijn hun prestaties tot op de dag van heden erg mager. De 'elektronische dienstbode', een project van prof. M. W. Thring (Queen Mary College, Londen), heeft nog steeds, al kan ze trappen klimmen en een tafel afruimen, haar zwakke punt in het zintuiglijke vlak. Men zou kunnen zeggen dat het onvergelijkbaar veel eenvoudiger is, een computer te ontwerpen die een golfvergelijking kan oplossen, veel beter dan welke analytisch wiskundige ook, dan een robot te maken die asbakken kan leeggooien, omdat asbakken voorkomen in zo heel veel vormen. Hier zien we weer een blijk van het zwakke punt van computers, namelijk om te herkennen via abstractie.[20]

(IFF: elektronische dienstbode: 1990-2000, experts 1990.)

57 *De automatische typiste.* Een apparaat dat de gesproken woorden kan uittypen, fonetisch of zelfs met de juiste spelling: een geliefd onderwerp in de sciencefiction en helaas ook in enkele vakbladen over elektronica. Het is goddank verschrikkelijk moeilijk, want als dit gerealiseerd zou worden, stonden miljoenen typistes op straat.

58 *De automatische vertaalmachine.* Een machine voor vertaling van woord tot woord bestond al lang, ook met vertalin-

gen waar in geval van twijfel een synoniem vermeld wordt. Als de machine woordcombinaties kent en wordt bediend door iemand die de oorspronkelijke taal beheerst, is zelfs behoud van betekenis mogelijk. Er is echter nog geen zicht op een machine die zowel de betekenis kan behouden, als grammaticaal juist vertalen. Gezien de ingewikkelde en vaak onlogische structuur van de 'natuurlijke' talen, zou dat ook een machine worden, die nauwelijks minder gecompliceerd is dan het menselijk brein. Gelukkig maar, want als dit apparaat werkelijkheid werd, zouden jonge mensen niet meer de moed opbrengen om talen te studeren. In plaats van geld verspillen aan dit soort dwaasheid, zou men beter tweetalige scholen kunnen oprichten voor kinderen van zes tot twaalf jaar, de leeftijd waarop ze nog spelenderwijs twee of drie talen leren. Ze zouden dan in het buitenland kunnen reizen alsof ze in eigen land waren en literatuur en poëzie kunnen lezen om hun geest te verrijken. Dit is nu een van die, gelukkig zeldzame, gevallen waar de technische vooruitgang recht tegenover alles staat dat beschaving of cultuur mag heten.

(IFF: werking in het laboratorium van volautomatische vertaalmachines die een moeilijke woordkeus en zinsbouw kunnen verwerken: 1980-2010, experts 1980.)

2.8
Automatisering

In dit hoofdstuk wil ik *alle* vernieuwingen bespreken die uitlopen op een grotere produktie met minder menselijke inspanning. Dit omvat dus zowel mechanisering en rationalisering als automatisering in de beperkte zin van het woord (produktie en procesbeheersing met terugkoppeling). Natuurlijk heeft procesbeheersing met terugkoppeling een dimensie toegevoegd aan de automatische machines door ze geschikt te maken voor werkzaamheden die vroeger alleen konden worden verricht door geschoolde en half-geschoolde arbeiders. Het maakt voor de fabrikant echter weinig uit of hij zijn

produktiviteit vergroot door het ene of door het andere type machine zolang dat maar gebeurt, en het maakt de arbeider weinig uit of hij op straat komt te staan door een machine met zintuiglijke terugkoppeling of zonder. Zelfs auteurs als John Diebold, die volhoudt dat met de feedback- of 'cybernetische' machine een nieuw tijdperk is begonnen kunnen niet laten te spreken over 'Detroit-Automation', al hebben de machines die zelf hun materiaal aan- en afvoeren (in feite al gebruikt door Morris in 1923, twintig jaar voor Ford) geen feedback. Het is mogelijk dat op de lange duur de machines met feedback verbonden met computers, de grootste invloed hebben op de samenleving maar tot nu toe hadden mechanisering (bijvoorbeeld containers) en rationalisering (bijvoorbeeld de stroomlijning van de administratie, uitgevoerd door Marks & Spencer) de meeste gevolgen voor de werkgelegenheid.

Robots behoren ook tot de automaten, maar ik heb ze apart behandeld, omdat ze toch meer verwant zijn aan computers.

De sociale gevolgen van de automatisering vormen een sterk controversieel onderwerp.[21] Niemand zal ontkennen, dat automatisering de mens kan verlossen van een heleboel saai gesappel: van delven met de pikhouweel, van werken aan wegen met spade en kruiwagen, of van het afstompende, geestdodende werk aan de lopende band. Over het algemeen zijn de berichten over de geestelijke gezondheid van de arbeiders in geautomatiseerde bedrijven erg bevredigend. Maar wat gebeurt er met de ontslagen arbeiders? Technici en economen hebben meestal twee typen antwoord op deze vraag. Het eerste houdt in, dat het *tot nu toe* allemaal goed is gegaan, want de overtollige arbeiders vonden een plaats in de dienstensector en de administratieve sector. Dat is de zuivere waarheid, maar het doet je wel denken aan de optimist die van de tiende verdieping uit het raam viel en ter hoogte van de derde dacht: 'Tot nu toe gaat alles goed'. Het andere ant-

woord is weinig meer bevredigend: de overtollige arbeiders kunnen ingezet worden in nieuwe bedrijven, om meer welvaart te brengen. Dat is natuurlijk heel fijn, als er inderdaad andere, zich uitbreidende industrieën op hen staan te wachten, maar is dat zo?

Men kan een goed idee krijgen van de veranderingen die de techniek tot stand heeft gebracht uit het voortreffelijke statistische materiaal van dr. Günther Friedrichs van de Industriegewerkschaft Metall (de Duitse metaalbewerkersvakbond).

TABEL: *Produktiegegevens voor een aantal takken van nijverheid in West-Duitsland; de veranderingen tussen 1958 en 1966.* (Naar: Dr. Günther Friedrichs: 'Technischer Wandel und seine Auswirkungen auf Beschäftigung und Lohn' in *Lohnpolitik und Einkommensverteilung,* Berlin, Duncker & Humblot, 1969.)

Industrie:	A	B	C	D	E
minerale olie	+ 111,0	-3,8	+220,7	-31,6	-4 100
tabak	+63,8	-9,6	+223,7	-44,0	-29 000
textiel	+48,2	-7,6	+86,2	-13,9	-87 000
porselein	+27,6	-9,2	+59,1	-11,7	-11 000
kolenmijnen	-11,3	-8,3	+59,8	+39,5	-254 000

A Produktieomvang, in procenten
B Werkuren per werknemer, in procenten
C Produktiviteit per manuur, in procenten
D Aantal werknemers, in procenten
E Aantal werknemers, absoluut

Vooral de laatste reeks is interessant, omdat die laat zien, dat de produktiviteit kan toenemen terwijl de produktie afneemt.

In de periode 1961-'66 was het aantal werknemers in 26 bedrijfstakken in Duitsland afgenomen (totaal 370000), terwijl de produktiviteit zonder uitzondering was gestegen. Bij vier bedrijfstakken daalde het aantal loonwerkers, maar nam het totaal aantal werknemers toe, omdat er meer beambten kwamen. Bij twaalf bedrijfstakken tenslotte nam het aantal arbeiders toe, maar het aantal beambten nog meer, met 423000 man. Netto was de toename dus een kleine 70000 man, ofwel 0,8 procent van het totaal aantal werknemers, bij een groei van de produktie van 25,4 procent in vijf jaar. De tijd kan niet ver meer zijn dat in Duitsland het aantal direct produktieve arbeiders gaat afnemen, zoals in de Verenigde Staten al tien jaar lang gebeurt. Hierbij moet vermeld worden, dat gedurende deze periode de automatisering in Duitsland niet erg snel voortschreed, uit angst voor werkloosheid, gebrek aan kapitaal, en een voorzichtige financiële politiek die de binnenlandse bestedingen beperkte ...

De produktiviteit in Duitsland vertoont een steeds sneller stijgende lijn gedurende de laatste honderd jaar, hetgeen in onderstaande tabel duidelijk naar voren komt.

TABEL: *Totale produktiviteit in Duitsland, 1850-1966.*

periode	1850-1913	1925-'38	1950-'59	1960-'66
jaarlijkse toename per werknemer per manuur	1,44%	2,26%	5,41 %	4,06%
	1,73%	2,88%	6,7 %	5,0 %

Het groeitempo was in de laatste periode wat trager geworden, maar alleen in vergelijking met de voorgaande, 1950-'59, toen de bijna geheel vernietigde Duitse industrie weer moest worden opgebouwd. Het is misschien prematuur om hierin

een teken te zien van een ontwikkeling die in de Verenigde Staten heeft plaatsgevonden, waar de produktiviteit werkelijk *daalde* in de laatste maanden van 1969, na een bijna ononderbroken groeiperiode van 3,5 procent per jaar, sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog.

Als men alleen kijkt naar verleden en heden, lijkt tevredenheid op zijn plaats. De werkgelegenheid staat er prima voor; in Duitsland en in Engeland heeft 47 procent, in de Verenigde Staten 35 procent van de bevolking werk. Maar de verdeling is significant veranderd. In Engeland en Duitsland is nu nog slechts minder dan de helft van de werkende bevolking handarbeider, in de Verenigde Staten een derde. De rest werkt in de dienstensector en op kantoren.

Zullen de kantoren ook in de toekomst de overtollige arbeiders uit de direct produktieve sector kunnen opnemen, zoals ze dit in het verleden deden, en wel voornamelijk ten gevolge van de wet van Parkinson? Zeker niet als op die kantoren de rationalisering en automatisering even rigoureus wordt doorgevoerd als de laatste tien jaar gebeurde op de fabrieken. Aan de andere kant kan geen enkel land, na de crisis van de jaren dertig en na de vijfentwintig jaar durende 'belle époque' van na de laatste wereldoorlog, op grote schaal werkloosheid tolereren. De woede van het volk zou elke regering omver werpen, die toestaat dat de werkloosheid stijgt tot boven 5 à 6 procent, of misschien al eerder. In dit dilemma zien goedwillende technici en economen geen andere uitweg dan de technische vernieuwing verder te laten gaan, zij het dan gematigd, waarbij een steeds grotere consumptie met de productie gelijke tred moet houden. Er bestaat geen 'verzadigings-punt'! Dit standpunt gaat misschien nog een jaar of tien mee in landen die niet zo'n hoge levensstandaard hebben als de Verenigde Staten, maar in Amerika, het verst ontwikkelde land, kan de crisis niet ver meer af zijn. Op het moment dat dit boek geschreven wordt, ziet men in de Verenigde Staten kans de werkloosheid tamelijk laag te houden, door de grote

oorlog in Viëtnam: 2,5 miljoen jonge mannen zijn in het leger en men gebruikt meer dan 10 procent van het bruto nationaal produkt voor bewapening. Was deze oorlog er niet, dan zou het bij de bescheiden stijging van de produktiviteit, die sinds 1945 gehandhaafd bleef, nog altijd 4,5 procent stijging van de consumptie vereisen om de werkloosheid op het huidige niveau te handhaven (schatting van de National Commission on Technology, Automation and Economie Progress 1966). Dat betekent een meer dan vier maal zo groot bruto nationaal produkt in het jaar 2000, ofwel ongeveer twintig à dertigduizend dollar per gezin vrij besteedbaar inkomen, en wie kan zich dat voorstellen? Iets zal moeten wijken. In het gunstigste geval is dat de mate van technische vooruitgang, in het ongunstigste geval zou het de hele 'prestatiegerichte' maatschappij kunnen zijn, zoals het revolutionaire deel van de Amerikaanse jeugd zo graag zou willen geloven.

Ik heb zo'n lange inleiding bij de automatisering geschreven, omdat dit het gebied is, naast de militaire-en misschien de biochemische ontwikkeling waar het vooruit zien van sociale gevolgen het hardste nodig is en waar de technicus uiterst voorzichtig te werk moet gaan. Vernieuwing is juist, als die monotoon vernederend werk overbodig maakt, dat beneden het intelligentieniveau van de arbeider ligt, maar alleen als voor hem meer bevredigend werk gevonden kan worden. Ze is ook juist onder de druk van de noodzaak om de handelsbalans in evenwicht te houden tegenover de concurrentie uit de rest van de wereld, verbonden met de druk die uitgaat van de 'stijgende verwachtingen'. Het is onnodig te zeggen dat er betere sociale oplossingen moeten komen dan die welke we tot nu toe toepasten, als we een redelijke mate van vooruitgang veilig willen stellen. De vakbonden strijden vaak voor betere lonen, terwijl ze zich tegelijkertijd keren tegen de vernieuwingen die dat kunnen bewerkstelligen, zonder al te grote schade voor de rest van de maatschappij. Ze zijn er ook erg op gebrand, hun leden vast te houden en hebben

niet veel op met herscholingsprogramma's die nu juist onmisbaar zijn in een veranderende economische situatie. Toch moeten we toegeven dat de verstandhouding werkgevers-werknemers veel beter is geworden sinds de tijd van de Luddisten,[22] en dat de automatisering eerder hoop dan vrees heeft gewekt bij de arbeidersklasse. Hoe zouden ze anders kunnen verwachten dat ze meer krijgen voor minder werk?

59 *Flexibiliteit.* Men kan zich een transferstraat (een reeks machines die tal van bewerkingen én het transport daartussen verzorgt) voorstellen die geschikt is voor het maken van cilinderblokken en Wankelmotoren, maar moeilijk één die ook nog elektromotoren en kasregisters kan maken. Aan de andere kant hebben veel bedrijven een aantal bewerkingen gemeen. Het huis van elektrische motoren bijvoorbeeld, vereist alleen gewone machinebewerkingen. Men kan zich indenken dat er automatische fabrieken zouden komen, met transfer-machines die aangepast kunnen worden aan de economische behoeften en die gemeenschappelijke bewerkingen uitvoeren voor alle industrieën in een district, of zelfs in een land.

Bij de fabricage van kleine onderdelen ligt de huidige top van de ontwikkeling van de automatische transfermachine vermoedelijk bij het '24'-systeem dat werd ontworpen door Theo Williamson voor de Molins Machine Co., Londen. Molins maakt machines voor de fabricage van sigaretten, waarvoor duizenden kleine onderdelen nodig zijn, in duizendtallen, en niet per honderdduizend. Partijen daarvan worden door meisjes in 8-uur ploegendienst vastgezet op pallets en deze gaan automatisch, vierentwintig uur per dag, door een straat van verschillende bewerkingsmachines, die computer-geprogrammeerd zijn.

60 *Semi-automatisering van reparatie.* Het is een bekende klacht in onze samenleving, dat de klant wel voor redelijke prijzen prachtige, automatisch vervaardigde, duurzame ge-

bruiksartikelen kan kopen-zoals televisietoestellen, koelkasten, wasmachines, auto's-, maar dat hij, zodra er iets mis gaat met die dingen, is overgeleverd aan de genade van meestal nogal onwetende en onverschillige servicemonteurs en garagehouders. Vele middenstanders, vooral zij die een technische opleiding genoten, zijn ervaren geworden in reparatiewerk, maar dat kan men niet van iedereen verwachten.

Dit is één van de gevallen waar de militaire ontwikkelingen werkelijk iets extra's opleverden. Gedurende de oorlogsjaren van 1939 tot 1945 moest zeer ingewikkelde elektronische apparatuur in perfecte conditie gehouden worden door personeel dat niet erg hoog geschoold was. Deze apparaten werden daarom uitgerust met een groot aantal testpunten, waarop een kathodestraaloscilloscoop aangesloten kon worden, en aan het personeel gaf men handleidingen, zodat ze meteen defecten in de apparaten konden opsporen met behulp van de oscilloscooppatronen. Dit idee wordt nog niet toegepast op tv-toestellen en dergelijke, omdat zelfs een kleine 'onnodige' prijsstijging als onmogelijk wordt gezien. Dus doen de klanten het dikwijls maar met een onvoorstelbaar slecht beeld, liever dan naar de radiotechnicus te gaan, die ze niet vertrouwen. Ze zouden hem wel vertrouwen, als hij kwam met een testapparaat en de klant aan de hand van het oscilloscoopbeeld en de handleiding zou laten zien, dat dit of dat kleine onderdeel vervangen moet worden (in plaats van te zeggen: 'er moet een nieuwe beeldbuis in' of 'hij moet naar de fabriek').

Dezelfde werkwijze is zonder meer bruikbaar voor het testen van de elektrische uitrusting van auto's, mogelijk zelfs wel voor het opsporen van mechanische defecten, waarschijnlijk door trillingen en door het geluidsspectrum van de motor te gebruiken. Als de klanten hun auto vaker zouden laten controleren, zouden er minder ongelukken gebeuren. De verzekeringsmaatschappijen hebben er belang bij om verbeterde en goedkope controles te bevorderen.

61 *Automatisering in huis.* De automatische wasmachine is nu tot een perfect apparaat ontwikkeld. Het strijken werd minder belangrijk nu er zoveel no-ironweefsels op de markt zijn. Wasserijen hebben heel doelmatige persmachines, die niet de beweging van de hand-met-strijkijzer nabootsen, maar zowat hydrostatische druk uitoefenen (waarbij knopen heel blijven) op het warme, uitgestrekte weefsel. Maar omdat verscheidene van zulke machines nodig zijn, één voor elk deel van het kledingstuk, zijn ze waarschijnlijk niet erg praktisch voor in huis.

De moderne keuken, met zijn oven met tijdklok en zijn afwasmachine, is nu al zo ver geautomatiseerd, dat de volgende stap, het wegbergen van de borden, een erg dure verandering zou zijn. De 'elektronische dienstbode', die een tafel kan dekken en afruimen, stof afnemen zonder iets te breken en vegen of stofzuigen, om het meubilair heen en in alle hoeken, is zelfs nog verder verwijderd. Het is waarschijnlijker dat de bevolking als ze rijker wordt, buitenshuis gaat eten en de zorg voor het huis overlaat aan een legertje specialisten die goed betaald zullen worden en sociaal in aanzien zullen staan.

62 *Enkel-stuks-fabricage.* Automatisering is een logische oplossing voor massaproduktie, maar nu de 'cybernetische' machine gekomen is, denken niet alleen science-fictionschrijvers, maar ook technici over een machine die zo flexibel is dat hij ook 'individuele' goederen kan leveren. Een van deze machines, voor maatkostuums, staat misschien al voor de deur. Het is absoluut uitvoerbaar om een automatische knipmachine te sturen met individuele maten. De maat nemen met een andere machine is ook mogelijk, maar nauwelijks nodig. (Dean Swift ging nog een stapje verder in zijn *Laputa,* waar Gullivers maten genomen worden met een theodoliet, met als resultaat een buitengewoon slecht zittend kostuum, omdat er een fout zat in de berekening.)

Ik zou geen bezwaar hebben tegen geautomatiseerd gemaakte maatconfectie, omdat een goed passend maatkostuum

nu niet bepaald een kunstwerk is, maar ik zou ernstig bezwaar hebben tegen een automaat die kunstvoorwerpen kan produceren. Men kan zich heel goed een machine indenken die, bijvoorbeeld, glas graveert, niet alleen door een patroon uit te voeren, maar ook door variaties in te voeren met een voorzienbaar prettig of boeiend effect. Hier tast de machine de menselijke sfeer aan. De artistieke ambachten moeten juist herleven, omdat mannen en vrouwen trots willen zijn op wat ze met hun eigen handen maakten, wat blijkt uit de spontane opbloei van het 'doe-het-zelven'. Deze opleving is niet alleen economisch mogelijk, maar ook een psychologische noodzaak in het tijdperk waarin niets meer schaars is. De machine zou het best kunnen doen, maar we moeten niet toestaan dat hij doordringt op de terreinen van het borduurwerk, het Brusselse kant, het handbeschilderde porselein, handgegraveerd glas of handboekbinden.

63 *Besparing van tijd in huis door verspilling.* De 'wegwerprevolutie' heeft niet te maken met de automatisering in huis, maar is een tamelijk logisch gevolg van de automatisering in de industrie, die miljarden goedkope wegwerpprodukten maakt. Papieren borden, kopjes, flessen en dozen, om na het gebruik weg te gooien, waren er al lang; daar is nu, volgens een recent rapport, alles bijgekomen 'van bikini's tot colberts, van lingerie tot toga's, van gordijnen tot badmatten'. In 1969 werd in de Verenigde Staten voor een half miljard aan wegwerpartikelen verkocht, en men verwacht dat dit in 1980 zal zijn verviervoudigd. Lang daarvoor zal het wegwerpen van de wegwerpartikelen al een probleem geworden zijn. Zal de verveling in een samenleving, waar wel consumptie maar geen bezit is, meer of minder zijn dan nu? Dit is een vraag die behoort tot de sociale problemen die de massaproduktie opwerpt.

2.9
Onderwijs en ontspanning

Onderwijs en ontspanning kunnen het best samen besproken worden, en niet alleen omdat de technische middelen in beide gevallen hetzelfde zijn. Dit is niets nieuws; boeken hebben altijd zowel het onderwijs als het tijdverdrijf gediend, evenals de meer recente vormen, de film en de televisie. De twee aspecten zullen elkaar nog dichter moeten naderen in het tijdperk van het massa-onderwijs en de massacultuur. In het verleden, toen misschien 10 procent van de bevolking een voortgezette opleiding gevolgd had en 4 procent of minder een academisch niveau haalde, was opleiding een waardevolle maat voor sociaal prestige. Het was voor de uitverkorenen de moeite waard er hard voor te werken en om kennis in zich op te nemen op een wijze die alleen leuk was voor een kleine minderheid: de buitengewoon begaafden. Maar nu onderwijs voor de grote meerderheid bereikbaar is geworden, kan opleiding op zich geen sociaal onderscheid meer garanderen. Waarom zou iemand met minder hersenen en met minder waardering van nature voor de intellectuele en artistieke rijkdommen van onze beschaving dan nog zo hard werken? Ze zijn het zich wel bewust. In de Verenigde Staten gaat nu ongeveer de helft van een generatie naar de universiteit, maar onderzoeken wezen uit dat ongeveer de helft van de studenten gaat studeren om de kans te krijgen 'de maatschappij te veranderen'. Misschien is dat ook niet een erg eerlijk antwoord, tenminste van een deel. Men krijgt het idee dat ze alleen een paar jaar van het studentenleven willen genieten voor ze zich schikken onder het juk van de baan. Hoe het ook moge zijn, we hebben een stadium bereikt waarin de medicijn van het onderwijs verzoet moet worden met een schepje suiker. Wat altijd nog beter is dan marihuana of LSD -en helemaal niets leren.

64 *De televisie van de toekomst.* Driedimensionale televisie op alle wanden, waarbij de kijker te midden van de gebeurtenis-

sen zit, is een favoriet van de science fiction. Het zou ongetwijfeld een machtig onderwijsmiddel zijn. (En zou ook misbruikt kunnen worden om een ongelooflijk niveau te handhaven van stompzinnigheid en imbeciliteit, zoals briljant beschreven wordt in Ray Bradbury's *Fahrenheit 451).*

Maar om weer met de voeten op de aarde terug te keren: kathodestraal-beeldbuizen met een grotere diameter dan ongeveer 80 cm zouden zo dik moeten zijn als pantserplaten. Een scherm met de bescheiden afmetingen 125 bij 100 cm zou ongeveer 200 kg wegen. Televisie met zulke afmetingen zou alleen gerealiseerd kunnen worden met halfgeleiders. Dit is een oude droom van de elektronici sinds de komst van de elektroluminescerende materialen, rond 1950. Maar in deze materialen is de laatste twintig jaar weinig ontwikkeling geweest, en op goede theoretische gronden mag men een doorbraak erg onwaarschijnlijk achten. Zoals het nu staat, kunnen ze de helderheid, waaraan we bij televisie gewend zijn, alleen bewaren bij een voortdurende bestraling, in tegenstelling tot de fosfors in de kathodestraal-beeldbuizen, die hun voorraad energie kunnen opnemen in zowat een viermiljoenste van de tijd dat ze licht uitstralen. Elke elektronicus kan een transistorcircuit bouwen, waarin een beeldaftastsignaal, met een tijdsduur van slechts een fractie van een microseconde, een poort opent om een energiestroom te laten lopen die net genoeg is voor de tijd tussen twee beeldaftastingen. Maar zo'n toestel maken voor een redelijke prijs is een andere zaak. Met de huidige stand van zaken is al een kwart miljoen onafhankelijke lichtpunten vereist (kleuren tv drie maal zoveel), en met een prijs van f 0,04 van dit onderdeel per punt, komt dat op f 100000, en met een (toch altijd nog bescheiden) scherm van 125 bij 100 cm op nog eens acht maal zo veel.

De brede band die voor zulke grote beeldbuizen nodig is, is relatief maar een kleine hindernis. Dat zou kunnen worden opgelost met UHF-band, beter zelfs nog met de spiraalvormige golfgeleiders of met laserkanalen.

Driedimensionale televisie ligt nog een stapje verder op het terrein van het onmogelijke. *Stereoscopische* televisie zou met de huidige grootte van het scherm gerealiseerd kunnen worden met een tamelijk subtiele kathodestraalbeeldbuis, nog een graad ingewikkelder dan die van kleurentelevisie, maar het zou de moeite niet waard zijn. Naar de ervaring van de auteur geeft het de indruk van een poppenkast-door één realiteitselement toe te voegen, valt het ontbreken van een andere, werkelijke grootte, des te meer op. *Echte* 3D., waar het object, bezien van verschillende posities, verschillende aspecten toont, eist een nog aanzienlijker bandbreedte en voor de afmetingen waarin dit realistisch en boeiend zou worden, zou men aan een bandbreedte moeten gaan denken van 1000 MHz of meer.

Compressie van visuele informatie om bandbreedte te besparen is in principe mogelijk, maar om dat te verwerkelijken zou men weer een computer moeten toevoegen aan de kant van de ontvanger, die weinig onderdoet voor de visuele cortex en het *Gestalt* geheugen van het menselijk brein.

De conclusie is dat de gewone tv, met zijn 625 lijnen en 6 MHz bandbreedte voor lange tijd het eindpunt zal zijn. Maar er is natuurlijk geen bezwaar om 1000-lijnentoestellen te maken voor speciale doeleinden, zoals communicatie tussen kantoren.

(IFF: driedimensionele televisie, in normaal gebruik voor ontspanning, 1980-1990, experts 1992.)

65 *Cassette-televisie.* Er is al gezegd, in paragraaf 37, dat draadtelevisie de kijker de mogelijkheid biedt, zijn programma te kiezen uit een beperkte selectie, met een betaal-als-u-kijkt systeem. Cassette-televisie is de soortnaam voor de nieuwe systemen die de kijker de kans bieden, om visuele ontspanning of cursus te kiezen uit een bijna onbeperkte voorraad, vergelijkbaar met de voorraad van geluidsopnamen (op plaat of band). Er zijn drie van zulke systemen, waarvan een

nog in ontwikkeling.

Ten eerste EVR of Electronic Video Recording, ontwikkeld door CBS Laboratories, Stanford, Conn., Verenigde Staten. De weergave geschiedt per microfilm met 50 (in Amerika 60) beelden per seconde van 1,25 mm hoog en 1,7 mm breed voor zwart-wit, en twee van zulke beelden naast elkaar voor kleur: één voor de lichtintensiteit, één voor het kleursignaal. De oorspronkelijke film wordt in een vacuüm opgenomen met een uitzonderlijk fijne elektronenstraal die zo gemoduleerd is dat hoge frequenties een extra accent krijgen en voor alle onvolkomenheden wordt gecompenseerd in alle stadia, tot het uiteindelijk afdraaien, wat een perfecte zwart-wit gradatie oplevert. De kopieën worden op hoge snelheid, door contactdrukken gemaakt. In het afspeelapparaat beweegt de film voortdurend, niet onderbroken, en wordt afgetast door een heen en weer vliegend lichtpunt van een kathodestraalbuis. Het licht wordt verzameld door een lichtgevoelige cel (twee voor kleur) en dit signaal wordt als voeding voor een televisietoestel gebruikt. Anders dan bij een projector kan hier de film bij elk willekeurig beeld worden stopgezet, zonder gevaar dat hij verbrandt, wat bijzonder belangrijk is bij toepassing voor onderwijsdoeleinden.

Ten tweede is er de SONY-videotaperecorder, in zijn gewone vorm. Dit is een recorder die de magnetische band spiraalvormig aftast. Dit wordt gedaan door een brede magneetband in de vorm van een langgerekt spiraal te voeren langs een roterende schuin-staande trommel, die de magnetische kop bevat. Een volledige omwenteling geeft één beeld. Geschikt voor zwart-wit en voor kleur. De kopieën worden gemaakt door magnetisch contactdrukken naar de master-kopie. Er is een televisiecamera verkrijgbaar voor amateurs om zelf hun programma's te maken.

Als derde noem ik het RCA-holografisch SELECTA VISION-systeem. Dit is nog niet helemaal ontwikkeld. De weergave geschiedt via een film, niet een fotografische, maar een waarin

een fijn reliëf is aangebracht, een fase-hologram dus. Dit is in feite de Fourier-transformatie van het beeld dat gereproduceerd moet worden. Het oorspronkelijke hologram wordt gemaakt door een fotografische film tegelijkertijd bloot te stellen aan het beeld, verlicht met een laserstraal, én aan een referentiestraal uit dezelfde laser. In dit proces hoeft geen lens gebruikt te worden, als de referentiestraal zijn brandpunt heeft in het beeldvlak (lensloos Fourier-hologram). De oorspronkelijke film wordt dan gebleekt, zodat de zwarting wordt omgezet in een fijn reliëf. Dan wordt een galvanoplastic replica gemaakt, die weer wordt gebruikt om een thermoplastickopie te maken. In het afspeelapparaat wordt de film verlicht door een laserstraal en het gereconstrueerde beeld wordt opgevangen op een vidiconbuis die het televisietoestel voedt. In dit systeem behoeft niet gesynchroniseerd te worden. Terwijl de film rustig beweegt, gaat elk punt van het gereconstrueerde beeld over in het volgende. Men is ook kleur aan het voorbereiden.

Het is niet te verwachten dat de videorecorder de film geheel zal overvleugelen in het onderwijs, hoewel hij het voordeel biedt, dat één afspeelapparaat een willekeurig aantal televisietoestellen kan bedienen, en dat de opname kan worden stopgezet (bij individueel gebruik) bij elk beeld.

66 *Driedimensionele bioscopen.* De film krijgt zijn eigen kans bij de stereoscopische en driedimensionele voorstellingen. Er was een korte tijd in het verleden dat stereoscopische films in de mode waren, eerst als anaglyfen (brillen met glazen in complementaire kleuren), later als projecties met gepolariseerd licht, die bekeken moesten worden met polaroidbrillen. Een stereoscopische bioscoop waar brillen niet nodig waren werd het eerst gerealiseerd door de Russische uitvinder Semyon Ivanov, direct na de oorlog. Er werd een dubbele projector gebruikt, die op het scherm twee beelden te zien gaf, één voor het linker-, één voor het rechteroog. Het scherm van Lipp-

mann deelde deze twee beelden door alle linkerbeelden zichtbaar te maken op een aantal stroken, die op de lenzen convergeerden, evenzo voor het rechteroog. Het systeem was nog niet volmaakt, omdat deze beeldzones alleen samenvielen voor het normale oog op een bepaalde afstand van het scherm. Het theater kon 180 bezoekers bevatten.

Ivanovs systeem, een mooie prestatie, is wel de grens van wat kan worden bereikt met de orthodoxe optische middelen: lenzen, prisma's en spiegels. Verdere vooruitgang kan alleen geboekt worden met een holografisch scherm. Een hologram lost automatisch de helft van het probleem op, dat men met het stereoscopisch scherm wilde oplossen: het zichtbaar maken van een beeld uit één enkele projector, in een aantal beeldzones of stroken, in het vlak van de toeschouwers. Men hoeft alleen tegelijkertijd op de fotografische plaat de projector (een puntbron) en de beeldzones te tonen, beide in coherent licht. Maar de tweede helft van het probleem, de voorwaarde dat het linkerbeeld onzichtbaar is voor het rechteroog en omgekeerd, kan alleen worden opgelost door het 'diepte'-, 'volume'- of reflecterende type hologram toe te passen. Met dit type werd een begin gemaakt door de Russische natuurkundige J. N. Denisijoek in 1962. Deze hologrammen hebben de richtingsgevoeligheid, die vereist is om het ene beeld van het andere gescheiden te houden. Bovendien kunnen ze belicht worden met gewoon licht (een laser is niet nodig) en de beelden kunnen in natuurlijke kleuren weergegeven worden. Zo'n holografisch scherm wordt nu in snel tempo ontwikkeld.

67 *Groothoek stereoscopische projectie.* Leonardo da Vinci, en veel fantasierijke schrijvers na hem, droomde al van een beeld dat de toeschouwers aan alle kanten omringt, zodat hij zich te midden van de gebeurtenissen bevindt. Hierboven werd al vermeld, dat zo'n systeem, als de toeschouwer niet stilzit, op een enorme informatie-bottleneck stuit. Maar als de kijker stil blijft zitten of maar weinig beweegt, hoeft men alleen

maar twee keer zoveel informatie voor te zetten als hij met één oog kan verwerken, en dit kan gebeuren met twee 35 mm.-films. Een apparaat, dat dit kan bereiken, bestaat uit twee groothoek-(panoramische-) lenzen, dezelfde als waarmee de film werd opgenomen, zodat de vertekening weggewerkt wordt: elke straal komt weer terecht op het punt van het beeld waar hij eerst vandaan was gekomen. Het scherm is bijna halfrond, en kaatst van de linkerprojector een voldoende groot beeld terug om het linkergezichtsveld van de toeschouwer te omvatten, die onder de projector zit. Hetzelfde geldt voor het rechteroog. Dit systeem wordt nu actief ontwikkeld. Het moet wel een onderwijsmiddel worden zonder weerga.

2.10
De ruimte

Drie jaar voordat het lukte een mens voet op de maan te laten zetten, noemde Lord Bowden dit plan 'het grootste, duurste en best georganiseerde amusement buitenshuis'. En natuurlijk zit er veel waars in die opmerking. Aan de andere kant moet men toegeven dat de landingen op de maan een golf van prettige opwinding en een gevoel van gezamenlijke prestatie veroorzaakten bij het Amerikaanse volk, met een opmerkelijke weerklank bij andere volkeren. Bovendien gaven ze werk aan de uit zijn voegen gegroeide zware en elektronische industrie in de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie, en een relatief onschuldige uitlaat voor de vernuftigheid van een leger technici die nu hun hersenen konden pijnigen in een aanval op de genadeloze vijandigheid van de ruimte, in plaats van op de even genadeloze vijandigheid van de wapenindustrie van het andere kamp. Wat misschien nog belangrijker is, de maanlandingen lieten nog eens zien wat bereikt kan worden zodra een droom een *project* wordt en overgedragen kan worden aan een leger van talentvolle, fantasierijke technici met één enkel doel voor ogen. Dit zou model moeten staan voor sociale projecten, zodra men het eens kan worden over het doel.

Na het succes van Apollo 11 en 12 nam het enthousiasme in de Verenigde Staten duidelijk af. Het budget van de NASA is pijnlijk beknot en meer dan 50 000 werknemers zijn ontslagen. Een herleving kan alleen verwacht worden na een Russisch succes. De wetenschappelijke resultaten van de maanexpedities waren niet opwindend genoeg om de mensen te laten verlangen naar een landing op Mars.

68 *Ruimteplatforms.* Het praktisch nut hiervan staat buiten kijf, maar de bouw is alleen gerechtvaardigd bij een toegenomen verkeer tussen maan en aarde. Er bestaat een sterk vermoeden dat de Russische technici zich op dit terrein werpen om het beweerde militaire belang ervan, want voor hen is de steun van het leger nog belangrijker dan voor hun Amerikaanse tegenspelers.

69 *Fotonraketten.* Dit is een controversieel onderwerp. De dichtstbijzijnde ster, Alpha Centauri, staat 4,3 lichtjaren ver weg, en nu wordt beweerd dat fotonraketten de heen en terugreis in iets meer dan twaalf jaar zouden kunnen maken, terwijl chemische raketten er in nog geen honderdduizend jaar zouden aankomen. Daar staan de zeer zorgvuldige berekeningen van de Hongaarse natuurkundige George Marx tegenover Hij toonde aan dat de efficiency van welk soort raket ook zo snel afneemt bij nog maar 10 procent of zo van de lichtsnelheid, dat een bemande raket de reis alleen in veertig jaar zou kunnen maken, als de massa bij de start ongeveer zo groot was als die van de aarde, zelfs als die massa volledig in licht zou worden omgezet volgens Einsteins formule $E = Mc^2$. Met andere woorden: verkenning van de ruimte buiten het planetaire stelsel is een fictie.

70 *Een observatorium op de maan.* Het belangrijkste wetenschappelijke resultaat van het ruimteonderzoek is de ontdekking van de röntgenstralingssterren, en er zullen er waar-

schijnlijk nog meer volgen. Maar verreweg de opwindendste ontdekking zou zijn, die van intelligente wezens in het universum. Er is kans, niemand kan zeggen hoeveel, dat een radioobservatorium op de andere kant van de maan, afgeschermd van het radiolawaai van de aarde, kosmische radiosignalen zou opvangen en bewijzen dat we 'niet alleen' zijn. Als er zo'n bron werd opgespoord, zou het misschien mogelijk zijn, met een inspanning even groot als die voor het Apolloproject, voldoende energie naar die bron uit te stralen om in verbinding te komen met die wezens in de ruimte. Maar het moet worden toegegeven dat het niet waarschijnlijk is, dat het antwoord ons binnen de honderd jaar bereikt.[23]

Tegenover deze ietwat opgeblazen verwachtingen staat de nuchtere schatting van E. U. Condon. Beginnend met een schatting van het aantal bewoonbare planeten (waarschijnlijk maar een paar binnen een afstand van vijftig lichtjaar), aannemende dat het een kwestie van toeval is, als er leven ontstaat in een periode van een miljard jaar of zo, en dan nog de (helaas) zeer redelijke schatting makend dat een beschaving wel geen honderdduizend jaar zal blijven bestaan na de ontdekking en toepassing van de kernenergie, komt hij tot de conclusie dat het hoogst onwaarschijnlijk is, dat er twee hoge beschavingen tegelijk zouden bestaan binnen een straal van vijftig lichtjaar.

(*IFF*: ontdekking van gegevens die bewijzen dat intelligente wezens bestaan buiten de aarde: 1985-2025- later; experts 'veel later'.)

2.11
Onderzoek en verkenning van de oceaan

Er zal hier alleen gesproken worden over de delfstoffen; de oceaan als bron van voedsel zal in het volgende hoofdstuk aan de orde komen. Volgens sommige, redelijke schattingen kan de hoeveelheid nikkel en koper, die op de bodem van de oceaan gedolven kan worden, binnen tien à vijftien jaar ver-

gelijkbaar zijn met de hoeveelheid die op het land gedolven wordt.

71 *Robots onder water.* De robots met 'zintuiglijke feedback', die met hun 'intelligentie' zelfstandig zouden kunnen werken, zijn nog in zo'n primitief stadium van ontwikkeling, dat het alleen redelijk is om te denken aan robots die voortdurend onder controle staan van iemand aan de oppervlakte, die precies ziet wat de robot 'ziet'. De 'robot' hoeft natuurlijk helemaal niet op een mens te lijken. Het kan een apparaat zijn, dat mangaanknollen verzamelt, een graafmachine, of een onderwaterploeg. Meer op de mens gelijkende robots zouden onder water reparaties kunnen verrichten aan gasputten op de zeebodem.

(IFF: 1980-1990-2000, experts 1985.)

72 *Oriëntatie onder water door geluid.* In troebel water kan het normale zicht beperkt zijn tot slechts enkele centimeters. Het is al een oud idee om het licht te vervangen door ultrasoon geluid, waarvan de golven kort genoeg zijn voor nauwkeurige oriëntatie. (Geluid met een frequentie van één megahertz heeft een golflengte van 1,5 mm, dringt ongeveer 10 meter ver door en het zou met een ontvanger van 10 cm diameter een object van 1 cm duidelijk tonen op één meter afstand, een object van 10 cm op 10 meter.) De ontwikkeling werd lang vertraagd door het ontbreken van een geluidsequivalent voor een fotografische plaat of een televisiecamera. (De Solokow-buis, een televisiecamera met een piëzo-elektrisch scherm, die geluid in elektrische ladingen omzet en via die stap in een televisiebeeld, werd uitgevonden in 1935. Sindsdien is hij door verscheidene geleerden verder ontwikkeld, tot de grenzen van wat mogelijk was, maar hij geeft nog steeds op zijn best heel vage beelden.) Het is ook bijna onmogelijk, geluidslenzen te ontwikkelen met de vereiste kwaliteit. Dit tweede obstakel kan omzeild worden met de akoestische hologra-

fie, waaraan sinds 1967 hard gewerkt is. In de holografie zijn lenzen niet nodig, het is voldoende om het geluid op te vangen op een equivalent van een fotografische plaat, tegelijkertijd met een 'referentiegolf' van dezelfde frequentie. De eerste pogingen leverden slechts tamelijk matige geluidsbeelden op, om twee, onderling samenhangende redenen. Ten eerste kon het equivalent van de fotografische plaat alleen gerealiseerd worden door een raster van onderwatermicrofoons. Ten tweede geeft een dergelijk raster van 100 bij 100 van onderwatermicrofoons, met al zijn versterkers een indrukwekkend stuk elektronica, nog lang geen beeld van 100 bij 100. De oorzaak hiervan is het verschijnsel dat in de lichtholografie bekend staat als 'laser-spikkel': dat is de zeer grote ruis in de beelden, gevormd in coherente straling, die op z'n minst een factor tien afdoet aan het oplossend vermogen van de beelden.

Recentere pogingen, nog onvoldoende getest op het moment dat dit geschreven wordt, geven hoop dat dit probleem opgelost zal worden door het raster van onderwatermicrofoons te vervangen door een dun spiegelend membraan, en door de onvoldoende gevoeligheid daarvan te verhogen door fasemodulatie van het licht dat erop valt, synchroon met de geluidsgolf. Bovenstaande opmerkingen slaan op het zien van het totale beeld met gebruikmaking van geluid. In gevallen waarin men tijd genoeg heeft om een samengesteld beeld in elkaar te passen, zijn de moeilijkheden veel minder groot. Prachtige geluidsbeelden van de bodem van de oceaan zijn gemaakt door 'zijwaartsgerichte Sonar' en dergelijke aftastmethoden.

2.12
Uitvindingen die de vrede dienen

Wij hebben nu voldoende uitvindingen ten behoeve van oorlog, om de gehele mensheid een paar keer uit te roeien. Dit laatste feit roept de ontwikkeling ervan natuurlijk geen halt toe, we gaan door in naam van de 'defensie'. Op het moment

dat dit geschreven wordt maakt men zich in de Verenigde Staten erg druk over de Russische SS 9-raketten, met 25-megaton-ladingen, (voor: 1. intercontinentale raketten, 2 bommenwerpers, 3 kern-onderzeers: de nucleaire triade). Er is in de laatste twintig jaar geen moment geweest, waarop de grote mogendheden zich veilig voelden bovenop hun berg wapenen. Deze onzinnige race zal nog wel doorgaan en zich ook uitbreiden tot de kleinere landen, maar ik zal deze pagina's niet verduisteren door 'goedkope Dooms-day machines' en dergelijke aan de lijst van uitvindingen toe te voegen.[24]

Zijn er geen uitvindingen die de vrede dienen? De droeve waarheid is, dat sinds de atoomgeleerden een schuldig geweten kregen, er altijd wel een paar van de besten wanhopig naar hebben gezocht. Eerst was er het idee van de kernenergie met een afgeremde kernreactie, die het maken van atoombommen zou voorkomen. Buitengewoon vernuftig was de suggestie van Louis Sohn en Hans Bethe om de Russische lichtgeraaktheid op het gebied van de inspectie te overwinnen. Elk land zou verdeeld moeten worden in, bijvoorbeeld twintig districten. Er worden loten getrokken en één district wordt geïnspecteerd, wat nog steeds 95 procent van het land buiten het gevaar houdt 'verrassingen' prijs te geven. Maar natuurlijk werden al die voorstellen, en overeenkomstige, afgewezen in de naam van de 'nationale soevereiniteit' en dergelijke goedkope en oneerlijke smoesjes. Er is tot nu toe maar één uitvinding die de vrede dient en die ook werkt: de kunstmaan.

73 *Inspectie door kunstmanen.* Op dit moment cirkelt een onbekend aantal kunstmanen van beide partijen om de aarde, ongeveer een maal in negentig minuten, terwijl ze luchtfoto's nemen en die naar de aarde zenden, met toepassing van televisie-methoden. Ze worden vaak officieel 'weer'- of 'geografisch onderzoek'-satellieten genoemd en sommige zijn dat ook, al zijn ze natuurlijk allemaal in staat raketbases en atoomfabrieken op te sporen, als die te groot zijn om ze afdoende te camoufleren. Toch is er nog niet één neergeschoten,

hoewel ze een gemakkelijke prooi zijn, op grond van een ongeschreven en onuitgesproken overeenkomst. (Er is een Russische kunstmaan in een baan om de aarde gebracht, 'Kosmos 248' in de Amerikaanse klassificatie, die is uitgerust voor het vernietigen van satellieten. Men gelooft dat hij getest is, door hem twee Russische kunstmanen te laten vernietigen.) Men moet de kunstmanen een verdere ontwikkeling toewensen, want ze zijn misschien de beste beveiliging tegen verrassingsaanvallen, tenminste tegen sommige soorten.

3

Biologische vernieuwingen

In dit hoofdstuk zal ik niet alleen de vernieuwingen bespreken, die men gewoonlijk verbindt met de wetenschap der biologie, maar ook alle, die te maken hebben met de 'levende' materie in tegenstelling tot de 'dode' materie. Ik vraag excuus voor de onnauwkeurige term 'levende materie'. Hij is goed genoeg voor een ruwe indeling.

3.1
Voedsel

Al is de laatste jaren de voedselproduktie in de ontwikkelingslanden iets sneller toegenomen dan de bevolking, er is nog geen reden tot tevredenheid. Twee opeenvolgende misoogsten zouden gemakkelijk de hongerdood van miljoenen tot gevolg kunnen hebben, misschien zelfs van meer. Het is de vraag of de nu tamelijk uitgeputte voorraadschuren van de Verenigde Staten, Canada en andere landen met een graanoverschot, hen zouden kunnen redden. Er is geschat dat de Verenigde Staten in 1975 geen voedseloverschotten meer zullen hebben om te exporteren. Bovendien zou zelfs een kleine verbetering in de voedingssituatie niet genoeg zijn in een wereld, waar tenminste een derde (en volgens anderen de helft) van de bevolking lijdt aan ondervoeding door een te eenzijdig dieet, arm aan eiwitten en onvoldoende om hen de energie te geven, die nodig is om hun landbouw te verbeteren, met alles wat daarbij komt, zoals het bouwen van grote kunstmestfabrieken, irrigatiewerken enzovoort.

Zelfs zonder de nu volgende vernieuwingen zou de bestaande kennis, samen met een redelijke bevolkingspolitiek, vol-

doende zijn om niet alleen de honger uit te bannen maar ook de ondervoeding in de hele wereld-als deze kennis en de wil om hem te gebruiken maar overgedragen kon worden aan de lethargische miljoenen van India, Latijns Amerika en andere landen. Colin Clark heeft eens gezegd, dat er geen gevaar voor de hongerdood meer zou zijn in India, als de Indische boer ertoe gebracht kon worden zijn land even goed te bewerken als de boer in Zuid-Italië. Een andere verhelderende opmerking komt van het Hudson Instituut *(The year 2000,* Context 1969, deel 4): 'De Japanners behaalden in de twaalfde eeuw al een hogere rijstopbrengst per hectare dan nu de Indiërs.'

74 *Veredelde gewassen.* Vooral drie moderne verbeteringen moeten vermeld worden: de maïshybriden, de dwergtarwe en een nieuw soort rijst, die drie maal zoveel opbrengt als de beste van vroeger, zij het met meer kunstmest. Door maïshybriden en dwergtarwe te verbouwen kon Mexico (tenminste een paar jaar lang) de voedselproduktie sneller laten toenemen dan de bevolking (3 procent bevolkingsaanwas per jaar). Tot voor kort leek de situatie in Egypte, met zijn snel groeiende bevolking, vrij hopeloos, omdat de rijstopbrengst per hectare daar al bijna de hoogste ter wereld was. Men schatte dat in 1975, als de Assoeandam klaar is, het nieuwe gebied net voldoende is om de intussen gegroeide bevolking te voeden.

Het zou een buitengewoon belangrijke verbetering zijn, als men granen kon kweken, die in brak water willen groeien, omdat water met verminderd zoutgehalte (misschien 0,8-1 procent) veel goedkoper uit zeewater gewonnen kan worden dan zuiver zoet water. Een andere manier om water te besparen in tropische gebieden is de grindcultuur: een methode waardoor de verdamping uit de grond beperkt wordt. Men kan ook water besparen door het grondoppervlak af te dekken met een verdamping beperkende laag. Helaas vereisen al deze methoden meer werk en het doorbreken van eeuwenoude tradities.

75 *Veredeling van vee.* De braadkip was lange tijd hét voorbeeld van een goedkoop en akelig stuk technische verbetering. Hij at maar 1,6 maal zijn eigen gewicht voor hij gegeten kon worden, maar alleen de naam was kip, de smaak niet. Tot men ontdekte dat men maar een klein beetje smaakstoffen aan zijn voer hoefde toe te voegen om hem te laten smaken als een ouderwetse kip.

De heilige koeien in India vormen een ander soort probleem. Fritz Baade, een vooraanstaand voedselexpert, vertelde de Indische regering dat, als een derde van de koeien gedood kon worden, de rest er niet langer uit zou zien als wandelende geraamten en meer melk zouden geven. De regering wilde wel, maar werd op dit punt bijna ten val gebracht. Aan de andere kant tonen het kobevee in Japan, bekend als het beste ter wereld, en het veredelde vee in Cuba (twee maal zoveel melk in een paar jaar) wat gedaan kan worden als er geen psychologische weerstand is tegen vernieuwingen.

76 *Visserij en het kweken van vis.* George Börgstroem *(The Hungry Planet,* Mc.Millan, 1965) een van de wereldvoedselexperts, kwam tot de conclusie dat de visserij, al kan ze sterk uitgebreid worden, niet voldoende zal opleveren om het tekort aan eiwitten in de wereld omstreeks 2000 te dekken, en dat de situatie vooral in Latijns Amerika bijzonder kritiek zal worden. Kweken in de oceanen zou kunnen helpen, ook het uitzetten van vis in meren en stuwmeren.

Het is bekend dat de watervervuiling in de Verenigde Staten de visserij op de Grote Meren al bijna onmogelijk heeft gemaakt. Zij dreigen te veranderen in open beerputten. Eerst was het de binnendringende zeeprik uit de Lawrence rivier, die de visstand decimeerde, nu is het de alewife (een haringachtige vis, *Alosa pseudoharangus Wilson)* die nog niet onder controle is. Het herstel van het natuurlijk evenwicht en herstel van de visstand tot tenminste de toestand van 1945, zal een kostbare en langdurige onderneming worden. Men noem-

de een bedrag van 1,4 miljard dollar om de industriële vervuiling van de Grote Meren te bestrijden in de volgende twintig jaar-en dat zal slechts voldoende zijn om te voorkomen dat de situatie verergert. De beginnende industrialisatie in de ontwikkelingslanden zou gemakkelijk tot eenzelfde chaos kunnen leiden en hun voedselvoorziening kunnen verslechteren in plaats van verbeteren.

(lFF: 20 procent van de calorieën, nodig op de wereld, wordt verschaft door de oceaan: 1985-1992-2000, experts 1992; kweken van vis levert 10 procent: 1990-2012-nimmer, experts 2000.)

77 *Kunstvoedsel.* Er zijn scheikundigen die geloven dat het vóór het einde van de eeuw mogelijk zal zijn, synthetisch voedsel te produceren op industriële schaal. Dit mag te betwijfelen zijn, maar synthese door algen die het zonlicht als energie gebruiken, is al werkelijkheid, ook het kweken van gist op olie, te gebruiken als kippevoer. Voor een fantasierijke blik op de toekomst (tot het jaar 2050) zie Nigel Calder, *The Environment Game,* Panther Books, Londen 1967; Nederlandse vertaling: *Een aarde zonder akkers,* Amsterdam 1967.

(IFF: produktie van eiwitten voor voedsel door cellulaire processen *in vitro,* in het laboratorium: 1977-1982, experts 1980.)

78 *Niet-dikmakende voedingsmiddelen.* Op het eerste gezicht lijkt dit een immoreel onderwerp, nu tenminste een derde van de wereld ondervoed is. Maar dit is de uitvinding met de beste marktvooruitzichten, omdat in de rijke landen miljoenen mensen te dik zijn. Men mag het terecht immoreel vinden om zich te buiten te gaan aan overmatig eten. Maar het is niet zakelijk om het niet-dik-makende voedsel te zien als een immoreel onderwerp, omdat dit de arme landen niet behoeft te beroven van hun calorieën.

Men beweert dat de koolhydraten uit zeewier dat de Ja-

panners in grote hoeveelheden eten als 'vulling', niet verteerd wordt door het menselijk organisme. Zeewier met de structuur en de maak van rundvlees zou de eerste kunnen zijn van een rij winstgevende uitvindingen.

79 *Ontzilting van zeewater.* Dit onderwerp kwam al ter sprake in paragraaf 6. Drie methoden worden in snel tempo ontwikkeld: destillatie, vriezen en ultrafiltratie, met of zonder elektrolyse (ionenwisselaars zijn te duur). Het schijnt dat ontzilting nu meer een economisch dan een technisch probleem is. Water voor gebruik in de landbouw wordt marginaal renda-bel bij een prijs van f 0, 75/m^3, volledig rendabel bij f 0,20/m3. Grote destillatie- of vriesbedrijven kunnen gebouwd worden met zo'n goede terugwinning van de warmte, dat de energie-kosten deze prijzen niet te boven zullen gaan. Maar het te investeren kapitaal is zo groot, dat de bedrijven pas rendabel zouden worden bij een rentevoet van ongeveer 2 procent per jaar. (Of een verschil tussen de rentevoet en de snelheid van inflatie van 2 procent per jaar.) Dit zal het bouwen van grote ontziltingsbedrijven wel tegenhouden in de komende jaren, maar op de lange duur zal water zo hard nodig zijn dat men zulke fabrieken wel zal moeten bouwen, zonder op de kosten te letten. Het probleem zou misschien eenvoudiger worden als er planten gekweekt werden, die in brak water kunnen groeien. Er zijn duurzame filters verkrijgbaar die het zoutgehalte terugbrengen tot 2 procent.

(IFF: f 0,10/m^3, 1973-1980-1985, experts 1980.)

3.2
Biologisch-medische ontwikkelingen

De medische en biologische ontwikkelingen in de komende tientallen jaren zullen waarschijnlijk zo krachtig in het sociale leven ingrijpen, dat de term 'biotechniek' op zijn plaats lijkt. In de medicijnen en in de biologie bestaat er geen duidelijk onderscheid tussen pure en toegepaste wetenschap. Louis

Pasteur, wiens heldhaftige leven een opeenvolging van medische uitvindingen was, heeft terecht geprotesteerd tegen zo'n onderscheid. Hij zou heden ten dage met nog meer recht kunnen protesteren, nu bijna elke bio-medische ontwikkeling van enig belang sociale en ethische problemen met zich brengt.

80 *De pil en andere methoden voor geboortenbeperking.* Verreweg de belangrijkste en noodzakelijkste van de nieuwe ontwikkelingen zijn de onderzoekingen op het gebied van de geboortenbeperking. De bevolkingsexplosie bedreigt de onderontwikkelde gebieden met de hongerdood; de relatief geringe bevolkingstoename in de rijke landen betekent voor deze een bron van toenemende frustratie.
Verschillende soorten van de pil zijn nu enkele jaren getest, met onbetwistbaar succes wat betreft het verminderen van de vruchtbaarheid. Op dit moment is er een opmerkelijke toename van de angst (bijna paniek) voor de beweerde neven-effecten van de pil. Als men zich de wanhopige tegenstand herinnert van de Britse gynaecologen tegen de geringe uitbreiding van de wettelijk toegestane abortus, op 'ethische' gronden, staat men onwillekeurig nogal wantrouwig tegenover de doktoren die nu het hardst schreeuwen tegen de pil. Er is tot nu toe geen statistisch bewijs dat hen in het gelijk stelt. Men kan natuurlijk niet uitsluiten, dat de volmaakte pil nog niet gevonden zou zijn, maar men kan dit veilig overlaten aan het medisch onderzoek dat nu gesteund wordt door nieuwe, snelle methoden om medische statistieken met de computer te verwerken.
Het bevorderen van de gezinsplanning hoort eigenlijk meer tot de sociale verbeteringen dan tot de biotechniek.
(IFF: goedkope anticonceptiemiddelen van overheidswege verstrekt: 1972-1983, experts 1983.)

81 *Kankerbestrijding.* Als men een opiniepeiling zou houden, zou waarschijnlijk een remedie tegen kanker bovenaan de lijst

van wensen op medisch gebied staan. Men is het er al lang algemeen over eens, dat dit geen taak voor de artsen is, maar voor fundamenteel onderzoek naar de processen van groei en deling van cellen. (Dit betekent niet, dat het 'puur' onderzoek zou zijn. Ieder dergelijk onderzoek wordt 'toegepast' op het moment dat het slaagt en ophoudt 'nutteloos' te zijn; Whewells' term voor wat wij 'puur' wetenschappelijk onderzoek noemen.) De wonderlijk snelle vooruitgang van de moleculaire biologie sinds de genetische code werd gekraakt, heeft ongetwijfeld meegewerkt aan de optimistische voorspellingen van de experts ten aanzien van de chemisch-therapeutische geneesmiddelen voor kanker, die ik hieronder zal noemen, zonder commentaar te leveren.

(IFF: 1983-2000-2015, experts 1990.)

82 *Theoretische farmacologie; voorspelling van de uitwerking van geneesmiddelen.* Farmacologie is maar een halve wetenschap; de chemische samenstelling van de middelen is precies bekend, maar de uitwerking ervan kan alleen gevonden worden door experimenteren met dieren, en vaak is de uitslag een complete verrassing. De voorspelling van deze effecten zal natuurlijk pas mogelijk zijn, als we de biochemische processen helemaal begrijpen, maar men gaat daarin zo snel vooruit, dat er tamelijk betrouwbare voorspellingen gedaan kunnen worden.

(IFF: 1990-2010, experts 2000.)

83 *Ultrasone golven in plaats van röntgenstralen.* De toepassing van röntgenstralen bij de diagnose is nu sterk beperkt in gevallen waar ze genetische schade kunnen toebrengen (geen röntgenstralen bij een normale zwangerschap, op z'n hoogst één maal in moeilijke gevallen), maar de erfelijkheidsdeskundigen zijn nog verre van tevreden. Ultrasone golven daarentegen hebben geen chemische effecten (uitgezonderd bij een zo extreme intensiteit dat ze cavitatie of vernietiging veroorzaken

van de weefsels, of hitte-effecten). Het doordringend vermogen ervan is voldoende en bij 10 megahertz of meer is de golflengte kort genoeg om de vereiste detaillering te bereiken. Ze zijn bijzonder geschikt voor onderzoek bij zwangeren, omdat bij hen luchtholten ontbreken, en er zijn al indrukwekkende resultaten bereikt met Sonar-(echo-)methoden, die delen van het lichaam stukje voor stukje laten zien. Methoden die ook nog een beeld geven, zijn tot nu toe niet erg goed geslaagd, maar ze zijn uitermate wenselijk en kunnen ongetwijfeld binnen enkele jaren tegemoet gezien worden.

84 *Immuniserende middelen tegen de meeste virus- en bacterieziekten*. Dit is het terrein van de *ars sterilans Magna* van de oude doktoren. Antibiotica die toepasbaar zijn bij heel veel ziekten, zijn er nu al, maar de immuniserende middelen werken alleen tegen bepaalde aandoeningen. Gezien het feit dat sommige mensen van nature immuun zijn tegen zowat elke ziekte, lijkt het niet onmogelijk een groot aantal bacteriën en virussen te bestrijden door kunstmatig opgeroepen immuniteit. Misschien dat dit de verrassend optimistische voorspellingen van de experts verklaart.

(IFF: 1973-1980-1985, experts 1980.)

85 *Transplantatie; het gevecht tegen het afstoten van het vreemde weefsel door het organisme.* Transplantatie van harten en andere organen zijn de meest spectaculaire resultaten van de moderne chirurgie, maar het succes wordt tot nu toe beperkt door de verzwakking van de patiënten, veroorzaakt door de anti-immuniserende middelen die men moest toepassen om afstoting te voorkomen. Tot vandaag de dag heeft niemand met een ruilhart langer geleefd dan achttien maanden en in de meeste gevallen was de levensduur veel korter. Men besteedt nu veel energie aan het zoeken naar middelen die de afstoting voorkomen zonder dat ze de weerstand tegen virussen sterk verminderen, en naar immuniserende middelen

die geen afstoting veroorzaken. De voorspellingen zijn erg optimistisch (IFF: 1973-1982, experts 1983).

Omdat organen van identieke tweelingen waarvan er één juist op tijd stierf, vrijwel nooit beschikbaar zijn (en waarschijnlijk onbruikbaar zouden zijn als dat wel zo was), hebben sommige biologen eraan gedacht dieren te kweken met universeel toepasbaar weefsel, waarvan de organen even goed (of beter) zouden kunnen dienen dan die van identieke tweelingen. Dat zou natuurlijk wel een enorme uitbreiding vereisen van de objectieve kennis van weefselafstoting-en zo ver zijn we nog lang niet.

(IFF: 1990-2015, experts 2015.)

86 *Kunstharten.* Transplanteren van harten en andere organen uit een ander menselijk lichaam, is op de lange duur geen bevredigende oplossing. Kunstharten, met name bloedpompen buiten het lichaam, zijn met enig succes beproefd in dierexperimenten. Kunstharten in het lichaam, die niet afgestoten worden en die een energiebron van lange levensduur bevatten, vormen een enorm moeilijke materie, maar de experts zijn vol vertrouwen.

(IFF: 1980-1990, experts 1980.)

87 *Vernieuwing van organen.* Vernieuwing van organen-zoals een versleten hart-door de natuurlijke herstelprocessen te stimuleren, is heel wat aantrekkelijker dan welk kunsthart ook. Het veronderstelt een enorme uitbreiding van onze kennis van de factoren die de groei en de aftakeling van het organisme beheersen. Enkele experts geloven dat herstel bereikbaar is, of tenminste benaderbaar, door in het oude organisme het hormonale niveau in te stellen van het jonge.

(IFF: 1980-2010-2025, experts 2010.)

88 *Herstel van zenuwen.* Er zijn een paar bemoedigende vondsten gedaan, die hoop geven dat gekwetste zenuwen weer aan

elkaar kunnen groeien in de juiste omgeving (een levende slagader). Of het ook daarbuiten gebeuren kan, blijft een hoogst hypothetische vraag. De kwestie van de hersentransplantatie, overmoedig als mogelijkheid genoemd, is nog hypothetischer.

(IFF: 1990-2010, experts 2000. Alleen in het laboratorium.)

89 *Het terugdringen van de ouderdom.* Geriatrie is nu een belangrijke tak van het medisch onderzoek. Men kan tot dusver niet zeggen, dat het mensenleven verlengd is voorbij de natuurlijke grenzen, maar zeker leidde het onderzoek tot een langer leven (door medicamenten) van velen, en gaf een tamelijk klachtenvrije ouderdom aan nog meer, vooral aan vrouwen na de menopauze. In het licht van de bevolkingsexplosie zou een verlenging van het leven met vijftig jaar, zoals voorspeld door een aantal experts, een twijfelachtig genoegen zijn in de huidige periode. Misschien is dat wenselijker over honderd jaar, als de mensheid, naar we hopen, 'volwassen genoeg is voor volwassenheid'.

(IFF: 1990-2015, experts 2015.)

90 *Vroege opsporing van afwijkingen bij ongeboren baby's door middel van chromosoom-onderzoek.* Dergelijke onderzoekingen bestaan al. Men neemt een monster van het baarmoedervocht met een injectiespuit. Er drijven altijd een paar cellen in van de foetus. Daar kweekt men een cultuur van en de chromosomen van die nieuwe cellen worden uitgespreid op het oppervlak van een speciale vloeistof. Men claimt dat de extra chromosomen bij mongolisme en andere afwijkingen met grote zekerheid opgespoord kunnen worden, ruim voor de derde maand, als abortus nog goed mogelijk is. In principe zouden er geen mongooltjes meer geboren hoeven te worden, als dergelijk onderzoek verplicht gesteld kon worden. (Op het moment is één op de tweehonderd kinderen abnormaal, en veroorzaakt ontzettend veel verdriet.) Gezien deze claims van ho-

gelijk gerespecteerde onderzoekers, kan ik niet begrijpen waarom de experts die het IFF raadpleegden, dachten dat zulke tests nog uitgevonden moesten worden.

(IFF: 1980-1990, experts 1980.)

91 *Het geslacht van baby's van te voren bepalen.* Dit is een voorbeeld van wetenschappelijke vooruitgang die iets toevoegt aan de menselijke vrijheid, en toch de individuele vrijheid pijnlijk kan beknotten. In principe is bovengenoemde test een wijze van preselectie, omdat het geslacht van de foetus bepaald kan worden uit de chromosomen, en de foetus van het niet gewenste geslacht zou geaborteerd kunnen worden. Het geslacht van te voren bepalen door het sperma te fractioneren, had enig succes bij kunstmatige inseminatie met vee. Als we aannemen dat zulke methoden voldoende aanvaardbaar waren om op grote schaal toegepast te worden, stuiten we onmiddellijk op een sociaal probleem. Ons hele sociale leven (en niet alleen ons seksuele gedrag) is gebaseerd op de gelijke verdeling van de geslachten. Als uit een onderzoek zou blijken, dat de meerderheid van de aanstaande ouders eerst een jongen en dan een meisje wil (de 'rijkelui's-wens'),zou alles in orde zijn. Maar als bleek dat de wensen in hoge mate onevenwichtig waren, zou het heel wat beter zijn als de wetgevende macht de hele praktijk verbood. Liever dat dan 'jongen'-'meisje'-vergunningen uit te geven.

(IFF: preselectie met 90 procent zekerheid: 1980-1990, experts 1980.)

92 *Bevruchting van de menselijke eicel buiten het lichaam, overplanting in gastmoeder.* Bevruchting buiten het lichaam werd onlangs met succes beproefd met een menselijke eicel. Het overplanten van een bevrucht ei in een gastmoeder is gelukt bij konijnen en andere dieren. Toegepast op mensen biedt deze techniek een mogelijkheid tot 'beheerste eugenese', wel veel ingewikkelder dan kunstmatige inseminatie uit een voor-

raad geselecteerd sperma, maar ook veel selectiever, omdat hier ook de eicel uitgezocht kan worden.
(IFF: 1980-1990-2010, experts 1990.)

93 *Een kloon van mensen.* De methode van de ééncelcultuur is in de toekomst nog lang niet te verwachten. Zij houdt in dat de kern in een menselijke eicel vervangen wordt door de kern van een somatische cel, waarna de eicel geplaatst wordt in de placenta van een gastmoeder, waar hij zich ontwikkelt tot een identieke tweeling van diegene van wie de geïnplanteerde kern afkomstig is. (Heel wat minder handig dan de 'bokanowskified twins' van Aldous Huxley, in groepen van bijvoorbeeld vijftig, om vijftig identieke machines te bedienen.) Ik zie overigens niet in, waarom tweelingen nodig zouden zijn van uiterst creatieve individuen, als er toch hetzelfde uitkomt.
(IFF: 1990-2000-2010, experts (n.b. !) 1985.)

94 *Ontwikkeling buiten de baarmoeder.* Dit is de oude 'ectogenese' van J. B. S. Haldane (1922) en van Aldous Huxley (1931): het doen groeien van menselijke embryo's in een imitatie-omgeving van de baarmoeder, in een 'broedmachine'. Toen Haldane erover schreef, betwijfelde hij zeer of de mens nog zin zou hebben om zich op natuurlijke wijze voort te planten, om zijn aantal te handhaven. Haldane voorzag de bevolkingsexplosie helemaal niet, evenmin als zijn tijdgenoten. Nu deze explosie heeft plaatsgevonden, is ectogenese een nogal bizar idee. Maar het is toch boeiend om te zien, dat de biologen dit niet meer als fantasierijke onzin schijnen te beschouwen, maar als bereikbare werkelijkheid binnen niet al te lange tijd.
(IFF: 1990-2015, experts 2015.)

95 *Chemische beheersing van de erfelijkheid, door moleculaire technieken toe te passen op de genen.* Biochemische beheersing van de erfelijkheid is waarschijnlijk het stoutmoedigste van alle projecten in de biotechniek; het is opmerkelijk dat het,

naar het schijnt, het eerst is voorgesteld in 1961 door Joshua Lederberg, die juist het hardst protesteert tegen meer orthodoxe wijzen van eugenese. Lederbergs voorstellen werden minstens even fel aangevallen door de natuurkundige Walter Heitler *(Die Manipulierbarkeit des Menschen,* Mainzer Universitätsgespräche, Sommer 1968) en door vele anderen.

Men gaat uit van de gedachte de menselijke erfelijkheid, zoals die vastligt in zijn DNA-ketens (met een totale lengte van twee meter), te beïnvloeden door chemische methoden. Als dit zou lukken, zou de methode ongetwijfeld veel efficiënter zijn dan de selectieve, eugenetische voortplanting. Aan de andere kant zouden alle argumenten tegen de eugenese, genoemd door Haldane, Medawar en vele anderen, des te zwaarder wegen. De mens zou zijn fylogenese in eigen hand nemen. Het veelzeggende commentaar van Jean Rostand: 'Ou apprendre le métier de Dieu ?' (Wie leert ons het vak van God?)

(IFF: mogelijkheid, los van de vraag of het aanvaard zou worden: 1990-2000-2015, experts 2020.)

96 *Middelen die de perceptie en de leersnelheid verbeteren van geretardeerden.* Bepaalde middelen, zoals benzedrine en amfetamine, kunnen als ze met mate worden ingenomen, tijdelijk de prestaties van het individu verbeteren, doordat ze het concentratievermogen verhogen en de mens minder gevoelig maken voor afleiding. Ze hebben bijna het tegenovergestelde effect, als er te veel van wordt ingenomen. Het is waarschijnlijk dat ze ook geretardeerden kunnen helpen, tenzij ze verslavend blijken te zijn en tot excessen leiden. Maar op dit punt is men nog niet zeker.

(IFF: 'Op LSD gelijkende drugs'-een ietwat ongelukkige formulering van de vraag, gezien de ongunstige gevolgen van LSD-gebruik: 1975-1990-2010, experts 1985.)

97 *Aldous Huxley's 'Soma'.* 'Soma' zou een middel moeten

zijn dat de mens een paar uurtjes ontslaat van zijn bezigzijn met de werkelijke wereld, maar dat niet, zoals alcohol, agressiviteit opwekt en dat geen kater tot gevolg heeft. Aldous Huxley geloofde (maar ik niet) dat Sigmund Freud hem graag zou hebben tegengesproken, dat er geen hoge beschaving mogelijk is zonder een eenvoudige mogelijkheid tot ontsnappen aan de realiteit. Huxley maakte alleen een betreurenswaardige fout, toen hij dacht dat mescaline, LSD of psylocybine aanvaardbare vervangingsmiddelen zijn voor 'Soma'.

98 *Middelen die de intelligentie blijvend verhogen.* Preparaten voor blijvende verhoging van de intelligentie bestaan nog niet. Als ze gevonden werden, zouden ze waarschijnlijk in de eerste levensjaren toegediend moeten worden, misschien zelfs prenataal. Er wordt beweerd dat prenatale toediening van extra zuurstof of verlaging van de druk op de buik van de moeder betere intelligentie van de baby's tot gevolg heeft. Als dit bewezen kan worden, is dat misschien de sleutel tot de oplossing van het probleem.

(IFF: 1980-2000-2020, experts 2020.)

99 *Middelen die de persoonlijkheid veranderen.* Het veranderen van de persoonlijkheid door een chemisch preparaat is helemaal niet onmogelijk, maar is een grensgeval tussen een biomedische en een sociale uitvinding, omdat er vele sociale gevolgen mee verweven zijn. Arthur Koestler heeft in zijn boek *The Ghost in the Machine* (1967) op indrukwekkende wijze duidelijk gemaakt, dat de mens één van de vele vergissingen van de schepping is. Zijn machtige hersenschors is alleen de slaaf en de uitvoerder van de dieper gelegen hersengedeelten die nog steeds heel veel lijken op die van zijn voorvader, de vleesetende, bloeddorstige aap. De mens heeft een noodlottige zwakheid, niet zozeer voor persoonlijke agressie als wel voor collectieve krankzinnigheid-zie onze droeve historie van oorlogen en mensenoffers. De mens zal zeker zichzelf ver-

nietigen, tenzij zijn aard gedwongen wordt te veranderen door een of ander middel dat toegevoegd kan worden aan het drinkwater of aan het zout en dat zijn agressieve instincten en zijn drang tot massale offers onderdrukt.

Middelen die individuen vreedzamer maken, bestaan al. Van Diazopan wordt gezegd dat het de boosaardigste apenleider in een pacifist verandert. Of het ook de drang kan onderdrukken om zich te identificeren met 'een doel om voor te sterven' is niet bekend, omdat dit een typisch menselijke zwakheid is. Apen hebben er minder last van.[25]

Er is natuurlijk veel in te brengen tegen het beproeven van zulke middelen op mensen, vooral op grote schaal. Zullen ze niet ook de wilskracht en de creativiteit onderdrukken? Zouden ze niet gebruikt kunnen worden voor de onderwerping van andere landen, voor het bestrijden van minderheden met gegronde grieven, zelfs voor het vestigen van de macht van een autoritaire minderheid over een slappe, onderdanige meerderheid? Het is zeer onwaarschijnlijk dat de mensheid zo'n middel algemeen zal aanvaarden, voor hij getroffen is door een dermate verschrikkelijke ramp, dat hij walgt van zichzelf. Tot dan zullen middelen die vredelievend maken wel alleen als wapenen gebruikt worden, maar als zodanig zijn ze te prefereren boven alle andere.

(IFF: 1973-1980, experts 1980.)

100 *Creatie van een soort kunstmatig leven.* Toen Wöhler in 1828 de eerste organische stof, ureum, synthetisch vervaardigde, waren er mensen die geloofden dat de volgende stap de *homunculus* zou zijn. Na 150 jaar vooruitgang zijn we wat bescheidener geworden in ons streven. We zouden al tevreden zijn met een soort virus, of zelfs met een zichzelf vermenigvuldigende molecuul. Zo'n ontdekking zou nogal een uitzonderlijke plaats innemen in de biologie: het zou een wetenschappelijke prestatie zijn van de hoogste orde, maar tenminste in het begin geen grote sociale gevolgen hebben. (In

vroeger tijden, toen godsdiensten nog dogmatisch geïnterpreteerd werden, zou de invloed enorm zijn geweest.) De meningen over verwezenlijking van kunstmatig leven komen opvallend overeen.

(IFF: 1977-1983, experts 1980.)

4

Sociale vernieuwingen

Het is tegenwoordig een gemeenplaats te zeggen dat de sociale ontwikkeling geen gelijke tred heeft gehouden met de explosieve vooruitgang in wetenschap en techniek. Het was naar ik meen J. M. Keynes die de voornaamste oorzaak van dit achterblijven in heldere, kwantitatieve termen stelde. Er verlopen zo'n slordige vijfentwintig jaar voordat iemand die aan een universiteit is afgestudeerd, een verantwoordelijke positie gaat bekleden. Als in die tijd de technische basis van de maatschappij grondig is gewijzigd, zijn de voorwaarden gegeven voor een diepe kloof. De grote schepper van de kwantumtheorie, Max Planck, heeft een dergelijke gedachte uitgedrukt: 'Theorieën worden niet zozeer erkend omdat ze aanvaard worden als wel omdat de tegenstanders uitsterven'. Dit is wel wat al te pessimistisch, en in feite zouden we een heel probleem minder hebben als de lacune in tijd in wetenschap en techniek inderdaad even groot was als in de sociale ontwikkelingen.

Maar het grootste knelpunt dat weinigen onder ogen durven zien, is dat wetenschap en techniek misschien niet alleen een kloof hebben geschapen tussen henzelf en de institutionele structuur van onze maatschappij, maar ook tussen henzelf en de fundamentele aard van de mens. Als we onze sociale problemen zouden oplossen, als we erin slaagden een veilig leven zeker te stellen voor elk pasgeboren kind van de wieg tot het graf, wat blijft er dan nog over om voor te vechten? David Riesman heeft het in deze meedogenloze woorden uitgedrukt: 'Waar we het meest bang voor zijn, is niet totale vernietiging maar totale zinloosheid.'

Het is nog geen probleem vandaag de dag, maar het zal in het economisch welvarende deel van de wereld steeds belangrijker worden in de eerstvolgende dertig jaar, en daarom moeten we er nu over gaan denken. Het probleem ligt niet zo eenvoudig als de goedbedoelende sociale hervormers van vandaag het voorstellen, die, terecht, werken voor betere woningen, betere geneesmiddelen enzovoort, maar het is ook niet zo hopeloos als de boeteprofeten denken of voorgeven te denken. Er zijn altijd een paar bevoorrechte mensen geweest, waarvan de veiligheid vanaf de geboorte verzekerd was en wier leven toch verre van zinloos was. Misschien is het mogelijk de grote meerderheid van de mensen om te vormen naar dit voorbeeld, zonder drugs.

De sociale vernieuwingen die hieronder worden genoemd, zijn grotendeels *problemen.* In sommige gevallen blijken er oplossingen te bestaan, waarover men het redelijk eens is, in andere heb ik zelf op mogelijkheden gewezen, die tot een oplossing zouden kunnen leiden. Deze zijn meer bedoeld als discussiestof dan als voorstellen. Het talent van een hele generatie denkers zal nodig zijn om deze problemen op te lossen, en een hele generatie mensen van de daad om de oplossingen uit te voeren.

Ik vond het beter om op veel plaatsen de technische middelen tot verbetering, die al in het hoofdstuk 'Hardware' genoemd zijn, te herhalen dan de lezer te verwijzen naar het voorafgaande.

4.1
Ecologie en ekistiek der menselijke samenleving

Ecologie is de wetenschap die zich bezighoudt met de interactie van levende dingen, planten, dieren of mensen, met hun omgeving. De belangstelling voor de ecologie van de menselijke samenleving is de laatste jaren sterk toegenomen, doordat men zich bewust werd van de verderfelijke invloed van onze beschaving op de biologische piramide, op de top waarvan

de mens leeft, door insekticiden, lucht- en watervervuiling, en door het verstoren van het CO_2-evenwicht in de atmosfeer. Misschien is het hoopgevend, dat er in de jaren dertig een eerste golf van ecologische paniek ontstond, veroorzaakt door het gevaar van erosie van de bodem. Dit gevaar blijkt nu in de Verenigde Staten afgewend te zijn door een doelmatige wetgeving. Aan de andere kant wachten de wonden die in de Pakistaanse ecologie geslagen worden door de aanleg van irrigatiewerken, waardoor duizenden vierkante kilometers land onvruchtbaar werden als gevolg van verzilting, nog steeds op genezing.

De term 'ekistiek' werd geïntroduceerd door de vooraanstaande Griekse architect C.A. Doxiades voor de 'problemen en de wetenschap van de menselijke nederzettingen'. Men kan dit beschouwen als een uiterst belangrijke tak van de ecologie van de menselijke samenleving. *Urbanisatie* is op dit moment overal ter wereld een onmiskenbare tendens: het samentrekken van een steeds groter deel van de bevolking in de steden. Als de huidige tendens zich voortzet, zal in het jaar 2000 tenminste 75 procent van de bevolking van de Verenigde Staten leven in grote steden. Nog erger, tegen die tijd zal dit leiden tot de vorming van reuzesteden, 'megalopolissen', met 50 tot 100 miljoen inwoners. Herman Kahn voorziet drie van zulke monsters in de Verenigde Staten, die hij, half schertsend, 'Boswash' (van Boston tot Washington), 'Chickpitts' (van Chicago tot Pittsburg) en 'Sansan' (van San Francisco tot San Diego) heeft gedoopt. In Engeland zijn er al twee enorme conglomeraten (in de streek van Londen en in Lancashire), maar dank zij de langzame bevolkingstoename en de politiek van de regering om nieuwe steden te stichten, zal geen van beide tot een megalopolis uitgroeien tegen het jaar 2000. Maar als we verder vooruitzien, wordt het perspectief angstaanjagend. De Amerikaanse expert Richard Meier verwacht in het jaar 2050 een stad rondom Bombay van 500 miljoen inwoners, en Doxiades voorziet een 'Ecumenopolis',

die zich zowat zonder onderbreking uitstrekt van Londen tot Peking.

Deze dingen mogen niet gebeuren. Laten we de raad van Lewis Mumford opvolgen: 'Zie een tendens niet als een bevel!' De prachtige steden van vroeger, zoals Parijs en Florence waren toppunten van de beschaving, maar de megalopolis is er het einde van. Alleen versufte mensen (misschien door voortdurend pillen te slikken) kunnen daarin leven, want het is niet te verwachten dat de mens in één of twee generaties het sociale instinct van een mier ontwikkelt. De meeste nieuwe ideeën die ik hieronder zal noemen, zijn bedoeld als manieren om megalopolis te bestrijden. Een tijd lang zal dat een gevecht tegen de bierkaai zijn, natuurlijk. We kunnen niet verwachten dat we uit de gevarenzone komen, zolang de groei van de bevolking doorgaat, maar misschien zijn we tenminste in staat, de ergste gevolgen te voorkomen: universele frustratie, zelfs wanhoop.[26]

101 *Het stoppen van de bevolkingstoename*. Het tot staan brengen van de bevolkingsgroei is het alfa en het omega van alle pogingen om de komst van de megalopolis tegen te houden, maar we kunnen op korte termijn niet veel bereiken. De technische middelen die tot onze beschikking staan, zijn de pil, het spiraaltje en abortus. Door de abortus wettelijk toe te staan hebben Japan, Hongarije, Roemenië en Tsjechoslowakije de toename bijna tot staan gebracht. In feite is het aantal geboorten in die landen zelfs gedaald tot onder het aantal sterfgevallen. Maar het zal toch wel veel tijd kosten, voordat men kan verwachten dat de groei van de bevolking in de ontwikkelingslanden, die nu ongeveer 2,5 procent per jaar is (verdubbeling in dertig jaar), tot staan komt, en alle pogingen tot gezinsplanning ten spijt zal het aantal mensen op de wereld in 2000 weinig minder zijn dan zes miljard. Zelfs in de Verenigde Staten is het geboortenoverschot twee miljoen per jaar en de bevolking zal misschien in het jaar 2000 de 300 miljoen nade-

ren. In Engeland is de groei nu gedaald tot ongeveer 250000 per jaar, maar zelfs een zo geringe toename veroorzaakt moeilijke problemen in een al dichtbevolkt land. Er zouden elk jaar vijf of zes nieuwe steden gebouwd moeten worden om ze allemaal te huisvesten. De ruimte zou ook zonder toename van de bevolking al schaars zijn, omdat de arbeiders in een rijke, modern geïndustrialiseerde samenleving niet tevreden zullen zijn met de rug-aan-rug krotten van de negentiende eeuw, waarvan er nog veel te veel over zijn in onze tijd.

In de onderontwikkelde landen, zoals India (waar de regering het streven sterk steunt) en in Latijns Amerika (waar het stuit op sterke weerstand van de kerk) is de propaganda voor de technische middelen tot anticonceptie een hoogst noodzakelijke taak, en dit geldt ook voor de getto's in Amerika. Maar dit zal niet genoeg zijn in de rijke landen, waar de medische zorg zo uitgebreid is, dat meer dan 2,1-2,3 kinderen per echtpaar al te veel is om de bevolking constant te houden. In dit derde deel van de wereld zal waarschijnlijk niets anders helpen dan een soort belasting; geen kinderbijslag na het tweede kind. Dit zal wel de grens zijn tot waar de wetgeving zal gaan in deze eeuw. Kenneth Boulding (in *The Meaning of the 20th Century,* 1963) heeft een radicaler voorstel ingediend, maar zonder enige hoop dat het aanvaard zal worden: verhandelbare vergunningen om zich voort te planten, één per persoon. De meer verantwoordelijke mensen zouden ze kopen van de minder verantwoordelijke. Voorlopig moeten we niet verwachten dat de onvermijdelijke en noodzakelijke beperking van de bevolkingstoename gekoppeld kan worden aan dergelijke methoden van eugenese. De 'democratische' beperking zal al moeilijk genoeg zijn.

102 *Kleinere steden, met goed openbaar vervoer tussen de steden.* In de wereld van de Grieken en Romeinen kon een democratische stad zich eigenlijk niet verder uitbreiden dan de draagwijdte van de menselijke stem. In onze wereld bestaat

zo'n beperking niet (denk aan de luidsprekers die de stem van Goebbels over heel Duitsland hoorbaar maakten), maar we hebben goede redenen om 50000 als een redelijk aantal te beschouwen voor een moderne stad. Dioxiades wil zijn reuzesteden opbouwen uit dergelijke eenheden, keurig gescheiden, niet samengepakt tot één grote mierenhoop. Daar is ruimte voor nodig, zelfs in dichtbevolkte landen. Een stad van deze omvang kan alle voorzieningen hebben, zijn eigen sportterreinen en zijn eigen theaters (zoals de Griekse steden of de Duitse hoofdsteden). Het zou niet nodig zijn dat veel mensen tussen de steden gaan forensen, omdat elke stad werk zou kunnen verschaffen aan zijn eigen bevolking. Maar zo lang de architect verplicht is de hele stad te bezaaien met parkeerplaatsen, zullen deze kleine steden geen toonbeelden van architectuur worden, zoals de historische steden. De stedebouwkundigen schijnen het er nu aardig algemeen over eens te zijn dat auto's, en zelfs fietsen, verboden zouden moeten worden in de binnenstad. Daar zouden pleinen moeten zijn, alleen voor voetgangers, met cafés (zoals die nu bijna niet meer bestaan, buiten het San Marcoplein in Venetië), waar mensen zouden kunnen wandelen, praten en genieten van hun vrije tijd. Garages (behalve ondergrondse) zouden alleen vlak bij de buitenwijken mogen verrijzen. Snelle elektrische treinen zouden dan deze steden met elkaar en met de luchthavens moeten verbinden.

Wie zulke bescheiden kleine utopia's zit uit te denken, stuit elke keer weer op de vraag: 'Wie zal dat betalen?' Sinds de komst van de auto moesten veel spoorlijnen in Engeland worden opgeheven, omdat ze niet rendabel waren, en in de Verenigde Staten worden heel wat vitale, belangrijke lijnen met tegenzin gehandhaafd-met subsidie. De auto loopt nog steeds in op andere middelen van vervoer, behalve het vervoer door de lucht. Vele Amerikanen geloven dat de economie van de Verenigde Staten afhangt van de negen miljoen auto's die ieder jaar door Detroit worden afgeleverd, terwijl

er ongeveer evenveel op de schroothoop terechtkomen, en ze hebben gelijk op korte termijn-daarbij getuigend van grote kortzichtigheid. Kennelijk mag men als resultaat van de wet van vraag en aanbod geen landen verwachten, die erg verschillen van de huidige: reuzesteden met zich vermenigvuldigende voorsteden. Alleen een ingrijpende wetgeving kan hier redding brengen.

103 *Decentralisatie van de produktie.* Er zijn heden ten dage maar weinig takken van industrie, waar de optimale grootte van een fabriek niet rond of beneden de 5000 werknemers ligt en in de meeste industrieën kan een maximum aan rendement het best bereikt worden met 1000 werknemers of minder. Toch hebben grote bedrijven nog steeds de neiging zich te gaan vestigen in grote bevolkingscentra, net als vroeger, omdat men in zulke steden het eenvoudigst aan arbeidskrachten kan komen. Dit wordt alleen enigermate tegengewerkt doordat goedkope huisvesting door de arbeiders moeilijk gevonden kan worden en het resultaat is een ongezond, onnodig druk forensenverkeer. Het laatste wordt versterkt door economische onzekerheid; niet iedereen is bereid zijn broodwinning af te laten hangen van die ene plaatselijke fabriek (Japan, waar de arbeiders getrouwd zijn met hun bedrijf, vormt een uitzondering, maar zelfs Japan heeft nog geen gebruik gemaakt van deze belangrijke factor ten gunste van decentralisatie).

Zolang bedrijven hun fabrieken van de ene dag op de andere kunnen sluiten, omdat ze failliet gaan of door de concurrentie gedwongen worden te rationaliseren en produktieafdelingen samen te voegen, of omdat moeilijkheden met de arbeiders hen ertoe brengen in een andere plaats met een nieuwe fabriek te beginnen, zolang kan niet veel verbetering worden verwacht. De arbeiders zullen mobiel moeten blijven en zich alleen blijvend kunnen vestigen in de omgeving van grote steden, en deze geografische mobiliteit (iets anders dan

'sociale mobiliteit') is de vijand van elke hoge, evenwichtige beschaving. In de periode van snelle verandering en economische onzekerheid, die nog voor ons ligt, zal het initiatief moeten komen van verstandige werkgevers, gesteund door hun regeringen. (De decentralisatie van General Electric onder bestuur van Ralph Cordiner is hiervan een goed voorbeeld.) De moderne techniek staat aan de kant van de mensen die voor decentralisatie zijn, door het verschaffen van alle mogelijkheden tot communicatie en vervoer tussen het hoofdkantoor en de produktieafdelingen.

104 *Communicatie tussen de afdelingen van gedecentraliseerde bedrijven.* De technische middelen voor communicatie zijn besproken in paragraaf 39. 'Ze zijn alle beschikbaar of ze worden in marstempo ontwikkeld, zoals het bespreken van een tekening, die aan beide gesprekszijden zichtbaar moet zijn, terwijl hij maar bij één van de gesprekspartners aanwezig is. Zoals het geval met de meeste sociale vernieuwingen is het een economisch probleem en niet een technisch. Telefoonlijnen worden, bijvoorbeeld, tot nu toe slechts aangelegd op puur commerciële gronden, namelijk zo dat de wachttijden net nog te verdragen waren. Dit systeem bleek zeer goed te voldoen in de steden, maar meer dan één Londens bedrijf moest terugkeren naar Londen, nadat het op advies van de overheid naar een van de buursteden was verhuisd, omdat de telefoonlijnen altijd bezet waren. Het lijkt me dat decentralisatie niet echt van de grond zal komen voordat telefoonlijnen, en ook telexlijnen, zelfs coaxiale kabels en spiraalvormige golfgeleiders gesubsidieerd worden als sociale dienstverlening, in plaats van hun eigen geld te moeten opbrengen.

105 *Teleshopping.* Edward Bellamy voorzag in zijn *Looking Backward (Het jaar 2000)* (1888) het winkelen in een soort supermarkten met alleen voorbeeldartikelen, waar betaald wordt met cheques, terwijl de goederen, opgeslagen in grote

pakhuizen buiten de stad, per post worden thuisbezorgd. Dit, net als muziekuitzendingen over de radio, was een van de dromen van zijn hoogst praktische utopie, waarvan tenminste een deel werkelijkheid is geworden, dank zij Sears-Roebuck en anderen. Toch vormen winkelstraten zoals Oxford Street in Londen nog steeds de meest hopeloze knelpunten voor het verkeer. De ontwikkeling in de richting van het postorderbedrijf is omgeslagen met de toename van het aantal auto's, waardoor de huisvrouwen veel zwaardere en grotere dingen mee naar huis kunnen nemen dan ze zouden hebben kunnen dragen.

Met behulp van de moderne communicatiemiddelen zouden we verder kunnen gaan dan Bellamy. De huisvrouw zou een keus kunnen maken via een EVR-film of een videotape op haar kleurentelevisietoestel en het gekozene via de telefoon kunnen bestellen. De goederen zouden tussen drie en zeven uur 's morgens bezorgd kunnen worden met geluidloze elektrische autootjes, op dezelfde wijze als de kranten en pakjes bezorgd worden in voorsteden of landbouwgebieden in de Verenigde Staten. Het is natuurlijk een ander probleem wat de huisvrouw zou doen met de uitgespaarde tijd en energie.

106 *Decentralisatie van amusement.* De bioscoop, radio en televisie zijn in deze eeuw een eind gevorderd om de grote stad te beroven van zijn monopolie op het gebied van het amusement. Zelfs internationale sportevenementen kunnen worden gevolgd op het televisiescherm, bijna zo goed als wanneer men er bij was, zonder het ongemak dat onvermijdelijk is als 100.000 toeschouwers samengepakt zitten. Toch hebben ze geen merkbare invloed gehad op de massale toevloed bij grote sportgebeurtenissen, ook niet op de populariteit van het toneel in de schouwburg. (Behalve op de Music Halls en op de amateurtoneelopvoeringen in Midden-Engeland, waar J. B. Priestley met zoveel heimwee over schrijft.) Het zou erg overdreven zijn, te stellen dat het toneel een grote

rol speelt in de massale trek naar de steden, maar ik geloof dat de nieuwe, kleine steden heel wat aantrekkelijker zouden zijn als ze hun eigen schouwburgen hadden en niet alleen bioscopen en clubhuizen.

In de volgende vier paragrafen wordt een probleem van de ecologie van de menselijke samenleving behandeld, dat nu erg in het centrum van de belangstelling staat: de vervuiling. In alle gevallen zijn de technische middelen om de vervuiling te bestrijden beschikbaar, en de vraag is alleen: 'Wie betaalt?' Er mag wel op gewezen worden dat het economische probleem ten aanzien van de vervuiling veel kleiner is dan ten aanzien van de urbanisatie. Het herbouwen van Engeland volgens de richtlijnen van de nieuwe generatie stedebouwkundigen zal een groot deel van het nationale inkomen, gedurende een of twee generaties, opeisen. Daartegenover belopen de hoogste schattingen van de kosten om de vervuiling te bestrijden niet meer dan anderhalf procent van het bruto nationaal product -en toch is het een ernstig probleem, als dat geld moet komen uit de zak van de belastingbetalers.

107 *Luchtvervuiling*. Moderne fabrieken, zelfs hoogovens, zijn niet langer meer de 'donkere, duivelse fabrieken' van Blake, en ze spuiten geen 50-100 ton roet meer over een vierkante kilometer van Londen of Leeds. Ze gebruiken ook steeds meer olie, met een zwavelgehalte dat nog niet te verwaarlozen is, maar toch kleiner dan dat van goedkope steenkool. Daarentegen is de luchtvervuiling door auto's enorm toegenomen. In tegenstelling tot wat geloofd wordt, dragen de straalvliegtuigen er weinig toe bij.

De meest radicale methode ter bestrijding van luchtvervuiling is het uitbannen van de verbrandingsmotor, en op het moment dat dit geschreven wordt circuleert in Californië een petitie op dit punt, waaronder naar men zegt al meer dan honderdduizend handtekeningen zijn verzameld. Het is altijd

de vraag of extremistische eisen van minderheidsgroepen verreikende sociale invloed kunnen hebben, maar ze kunnen fungeren als sociale indicatoren, zoals zelfmoordcijfers een indicatie zijn voor algemeen onbehagen. De methode die hier in radicaliteit op volgt, is het verbod van auto's met een benzinemotor in de steden, en vervanging door elektrische auto's. Zoals al eerder is gezegd, ziet het er niet naar uit dat elektrische auto's op brandstofcellen voldoende snel ontwikkeld zullen worden, gezien de problemen. Dus moeten het voorlopig auto's op lichte loodbatterijen zijn, inwisselbaar bij wat tot nu toe pompstations waren. Minder radicale methoden proberen de verbrandingsmotor te behouden, maar het gehalte koolwaterstoffen te verminderen en stinkende uitlaatgassen tegen te gaan. Er blijken daartoe drie methoden te zijn. Ten eerste de naverbrander, die complete verbranding van de uitlaatgassen verzekert en niet erg veelbelovend is. Ten tweede de elektronisch geregelde brandstofinspuiting, hetgeen optimale verbranding garandeert bij elke snelheid en tijdens het optrekken. Dit systeem is gebruiksklaar, maar wordt te duur gevonden. Ten derde een verbetering van de brandstof, zodat goede antipingeleigenschappen verzekerd zijn, ook zonder loodtoevoeging. Een bijzonder interessante variant daarop is het verwijderen van de componenten met lange ketens, die het meest verantwoordelijk zijn voor pingelen, uit de brandstof door moleculaire zeven. Ze kunnen gebruikt worden als voedingsbodem voor eiwit producerende micro-organismen, zo-als gist, die erg goed groeien op koolwaterstoffen met lange ketens. Toevoegingen zonder lood zullen waarschijnlijk ook hun intrede doen. Al deze methoden zouden de kosten van de auto's of van de brandstof verhogen, en ze zullen niet aanvaardbaar worden voor ze wettelijk verplicht zijn. Het zou te veel gevraagd zijn van de individuele automobilist meer aan zijn auto uit te geven, als duizenden automobilisten om hem heen niets doen tegen de vervuiling.

(IFF: 1980-1990, experts 1980.)

108 *Watervervuiling*. In 1969 werd alle vis in de Rijn gedood door chemicaliën uit lekkende vaten op een rijnaak. In de Verenigde Staten duurt het misschien nog tien jaar voordat de Grote Meren beerputten zijn geworden. De 'Torrey Canyon' (olie tanker die schipbreuk leed, 1959) en de onder water spuitende oliebronnen in de buurt van Santa Barbara (1969) lieten op spectaculaire wijze zien wat de mens kan doen, zelfs met de zee. In al deze gevallen kostte het herstel van de schade veel meer dan het gekost zou hebben om die te voorkomen.

In de meest geïndustrialiseerde landen is nu een wetgeving in voorbereiding om de lozing van het afvalwater van chemische fabrieken onder controle te houden, en de Verenigde Staten hebben 900 miljoen dollar bestemd voor de bestrijding van waterverontreiniging. Er wordt ook handelend opgetreden tegen een ander soort vervuiling: die door de plastic verpakkingen (Thor Heyerdal heeft ze zelfs in de Stille Zuidzee zien drijven, en het meer van Genève stikt ervan). In Duitsland is het gebruik van alle niet biologisch afbreekbare plastic voor verpakkingen verboden, en waarschijnlijk zullen andere landen dit voorbeeld volgen. Dit is dan in elk geval een vorm van vervuiling die waarschijnlijk in de volgende tien jaar overwonnen zal worden.

(IFF: goede oplossing voor het wegwerken van vaste afvalstoffen: 1980-1990, experts 1980.)

109 *Vervuiling door insekticiden*. We zijn allemaal dank verschuldigd aan Rachel Carson, die in *Silent Spring (Dode lente)* (1962) als eerste fel protest aantekende tegen het onbekommerde gebruik van insekticiden. DDT, een sterk zenuwgif, was niet zo lang geleden het beste wapen tegen malaria, slaapziekte en andere ziekten die door insekten worden overgebracht, maar de laatste jaren was het niet alleen de oorzaak van de dood van zangvogels, DDT bedreigt nu ook de mens. Het werd zelfs gevonden in pinguïns. Het is nog niet duidelijk wat zijn plaats zal innemen. De waarde van DDT, zoals van

alle middelen die lange tijd gebruikt worden, is in ieder geval minder geworden door het ontstaan van insektensoorten die immuun zijn voor DDT. Zoals op vele andere fronten sloeg de natuur hier terug, en constante waakzaamheid is geboden. Waakzaamheid is ook nodig tegen het onverschillige gebruik van veel sterkere middelen: 'In maart 1968 werden grazende kudden schapen het slachtoffer van een ongeluk met CB-wapens (Chemisch/Biologische Wapens), het eerste dat in wijde kringen bekend werd, toen een legervliegtuig 1500 liter VX, een zenuwgif met langdurige anti-cholesterase werking, losliet hoog boven zijn proefterrein in Dugway, Utah. Toen een plotselinge windvlaag het gas verdreef van de proefvelden naar nabijgelegen weidegronden, werden 6400 schapen gedood' (Dugway-schapenincident) *(The Sciences,* New York Acad Sci., ***9,*** 9 september 1969). Als de wind uit een andere hoek was gekomen, zou misschien het leven van de 200000 inwoners van Salt Lake City in gevaar zijn gebracht. Het is te hopen dat tenminste zulke ongelukken niet herhaald kunnen worden na de beslissing van president Nixon, het onderzoek naar alle chemische en biologische wapens stop te zetten en de voorraden te vernietigen.

110 *Geluidshinder.* Naast andere voordelen zou de elektrische auto de hoeveelheid lawaai in de steden drastisch verminderen. Op de hoofdwegen, waar de auto met verbrandingsmotor waarschijnlijk nog lang gehandhaafd zal worden, geven automobilisten zich vaak over aan het maken van onnodig lawaai. Een apparaat dat daar iets aan kan doen, werd ontwikkeld in de laboratoria van CBS, Stamford. Het meet de geluidshoeveelheid van de auto en als die een bepaalde grens overschrijdt, neemt het een foto van de nummerplaat. Zoals de radar-val voor snelheidsoverschrijding bewees, heeft het weten of het vermoeden bespied te worden een zeer heilzame invloed op automobilisten.

Helaas kan er weinig gedaan worden tegen de geluidsoverlast door straalvliegtuigen. Elke vermindering van het lawaai

gaat ten koste van het rendement,[27] al heeft men enige vooruitgang geboekt met de motoren van de Boeing 747 en de Rolls Royce RB211-motoren. De beste remedie is het aanleggen van vliegvelden ver buiten de steden en een verbod om laag over steden te vliegen. Of dat voldoende zal zijn om de gevreesde effecten van de supersone knal te voorkomen, staat te bezien.

4.2
De strijd tegen misdaad en corruptie

Volgens Scotland Yard in Engeland en de FBI in de Verenigde Staten neemt de misdaad in deze twee landen toe met 10 procent per jaar. Deze cijfers zijn vaak in twijfel getrokken door goedbedoelende liberalen, en ze werden toegeschreven aan betere methoden ter bestrijding van misdaden, of aan de wens van de politie-autoriteiten om hun status te verhogen. Hoe dan ook, ze worden nu bevestigd door de verzekeringsmaatschappijen waarvan er enkele in ernstige moeilijkheden geraakten. Naast de misdaden die bedreven worden voor het materieel gewin, schijnt er nu een nog angstaanjagender toename te zijn van misdaden omwille van de 'spanning' die ze de bedrijver ervan verschaffen. In Engeland is het aantal gewelddaden in de leeftijdsgroep tussen 14 en 21 jaar vervijftienvoudigd in de periode 1939 tot 1961 (T. R. Fyvel: *The Insecure Offenders,* Londen, 1961). De kreet 'orde en gezag' weerklinkt nu luid; zowel in Engeland als in de Verenigde Staten verscheen in november 1969 een opmerkelijk rapport van een commissie onder voorzitterschap van Milton Eisenhower. In tegenstelling tot zoveel sociale onderzoeken die conclusies vermijden en meestal eindigen met de woorden, dat 'met meer geld en uitgebreider onderzoek misschien enkele definitieve uitspraken gedaan kunnen worden,' of soortgelijke afmakertjes, doet dit rapport stoutmoedige uitspraken over de toekomst, door de huidige tendensen te extrapoleren. Als de misdaad zich blijft uitbreiden, zullen de rijke mensen zich terug-

trekken in gebieden die zwaar bewaakt worden door hun eigen, tot de tanden gewapende, politie. Deze gebieden zullen onderling verbonden worden door ook al zwaar bewaakte wegen, waarover de rijke mensen relatief veilig kunnen reizen in pantserauto's. De achterbuurten zullen aan hun lot worden overgelaten en broeinesten van misdaad worden. Zo'n voorstelling is natuurlijk geen voorspelling; het nut ervan is dat het zichzelf opheffende uitspraken zijn.

111 *Het voorspellen van misdaad.* Voorspelling van misdaad aan de hand van statistieken is niet moeilijk. De politie weet met vrij grote zekerheid hoeveel misdaden het volgende jaar verwacht kunnen worden in bepaalde wijken. Het voorspellen van *individuele* misdaden staat nog in de kinderschoenen, maar houdt grote beloften in. Een bijzonder bemoedigend begin werd gemaakt door William en Joan McCord *(Origins of Alcoholism,* Tavistock Publications, Londen 1960) in een onderzoek van een sterk door alcoholisme en misdaad geplaagd district in Massachusetts. Ze kwamen tot de conclusie dat, gegeven bepaalde gezinsomstandigheden, met een waarschijnlijkheid van ongeveer 90 procent kon worden voorspeld dat een kind uit zo'n gezin een alcoholist zal worden of met de wet in aanraking zal komen voordat hij veertig is. Het is mogelijk dat de McCords iets te veel accent legden op de milieuinvloeden; enkelen van hun achterbuurtbewoners waren misschien van de geboorte af voorbestemd voor de misdaad. (Bij voorbeeld degenen met een extra chromosoom, maar dat komt slechts voor bij 2 procent van de misdadigers.) Hoe het ook zij, de sociale hervormer moet nota nemen van het feit dat het milieu misdaad kan bevorderen; hij dient maatregelen te nemen om dit te bestrijden, hoe moeilijk dat ook mag zijn. De meest radicale methode zou natuurlijk zijn, de getto's op te heffen en de bewoners te verspreiden en om de kinderen weg te halen bij onwaardige ouders, om ze te laten opvoeden door betrouwbare pleegouders. De omvang van deze taak kan

beoordeeld worden op grond van het feit dat in Engeland per jaar bijna 40000 gevallen van kindermishandeling, meestal begaan door de ouders, voor het gerecht komen en dat de kinderen slechts in een klein deel van de gevallen bij de ouders worden weggehaald. Het geweten van ieder weldenkend mens komt in opstand tegen het idee deze maatregel algemeen uit te voeren, en hem ook uit te breiden tot gevallen waar alleen een vermoeden bestaat van gevaar voor de samenleving. Maar het blijkt dat, als we het recht van ouders om hun kinderen op te voeden zoals ze willen, beschouwen als een onvervreemdbare vrijheid, we onszelf beter kunnen neerleggen bij een door misdaad en alcohol beheerste samenleving.

112 *Het opruimen van de krottenbuurten.* Over dit ideaal is tenminste iedereen het in principe eens; de meningen lopen alleen sterk uiteen over de mate waarin daarvoor betaald moet worden door de belastingbetaler. Het is een enorme taak; in de Verenigde Staten werden de kosten geraamd in de orde van twintig miljard dollar per jaar over een periode van tenminste tien jaar. Eén observatie kan hier misschien te hulp komen. De menselijke aard is zo, dat men niet waardeert wat men voor niets krijgt. Het is niet verrassend dat in de Verenigde Staten bleek, dat de bewoners van getto's, als men ze liet verhuizen naar kant en klare voorsteden, die snel in achterbuurten veranderden. Maar als ze zelf deel moesten nemen aan de bouw, of een deel van de kosten zelf moesten dragen, waren de resultaten veel beter. Als dit idee consequent wordt toegepast, kan het de sanering van de krottenbuurten helpen versnellen, zonder al te zware verhoging van de belastingen.

113 *Het voorkomen van misdaad door observatie.* Men benadert dit onderwerp met zeer gemengde gevoelens. Het gebruik van verklikkers om de politie te waarschuwen in geval van misdaad, moord en rellen, is één van de misselijke methoden van de politiestaat. Het afluisteren van telefoonge-

sprekken is iets minder akelig, omdat het niet de vernedering van een mens meebrengt. Zoals Nigel Calder opmerkt, 'Wie kan zich ertegen verzetten, als het gaat om de redding van een ontvoerd kind?' Maar als deze methode effectief moet zijn, dient het afluisternet zo uitgebreid te zijn, dat het privéleven van heel wat meer onschuldigen dan van misdadigers wordt blootgelegd. De hotels behangen met microfoons is eenvoudig, het behangen van de achterbuurten vrijwel onmogelijk. Iedereen die de grote roman van Aleksander Solzjenitsyn *The First Circle* heeft gelezen, moet een sterke afkeer hebben gekregen van het aftappen van lijnen uit openbare telefooncellen. Door dit alles wordt het terrein van de misdaadpreventie door wetenschappelijke observatie nogal flink beperkt. Niemand kan zich verzetten tegen het surveilleren in de straten door televisiecamera's om diefstallen te voorkomen uit of van auto's. Het zou ook wenselijk zijn, auto's niet met nummerborden te identificeren, die eenvoudig te verwisselen zijn, maar met tekens die onuitwisbaar in de carrosserie gegraveerd zijn.

114 *Georganiseerde misdaad op grote schaal.* De groothandelswinst op de hard-drug heroïne in de Verenigde Staten wordt nu geschat op 300 miljoen dollar per jaar. Misdaad op zo'n grote schaal is nauwelijks mogelijk zonder corruptie. De keten tussen de papaverkwekers in Anatolië en de ongelukkige klanten in Amerika is zo lang, dat het niet moeilijk zou moeten zijn hem op vele punten te breken, als de internationale overeenkomsten streng gehandhaafd werden. Misschien is het het gemakkelijkst om bij het begin te beginnen: de totale waarde van de Turkse papaveroogst bedraagt minder dan een miljoen dollar. Hetzelfde geldt voor LSD, omdat weliswaar vrijwel iedereen LSD kan maken uit lyserginezuur, maar het maken van lyserginezuur zelf een dure uitrusting en een uitgebreide kennis van de chemie vereist.
Helaas maakt de ontwikkeling van het massatoerisme de

taak van de politie steeds moeilijker. Het is zo'n ernstig probleem dat zelfs enkele progressief denkende lieden niets beters konden verzinnen dan de elektrische stoel voor drughandelaren die voor de tweede keer gepakt worden. Ik wil geen speciale oplossing voorstellen, maar ik beveel het probleem in de aandacht aan van creatief ingestelde mensen die de samenleving een grote dienst willen bewijzen.

115 *De handel in gestolen goed.* Een zekere mate van gappen wordt zwijgend getolereerd. De Britse dokwerkers, bijvoorbeeld, beschouwen het als hun historisch recht, één kist thee op de honderd achter te houden voor eigen gebruik. Daar is weinig tegen in te brengen, maar er wordt beweerd dat dit een van de oorzaken is van de sterke weerstand van de Britse dokwerkers tegen omschakeling op containers. Er moet een betere manier zijn om hen tevreden te stellen, dan dat, als het ware, een deel van hun loon wordt uitbetaald via de verzekeringsmaatschappijen. Observatie van de dokwerkers en andere transportarbeiders door verborgen televisiecamera's zou waarschijnlijk geweldadige weerstand oproepen. Misschien is het beter alle goederen zo te merken, dat ze opgespoord kunnen worden bij de kleine helers en op de markten.

116 *Het overbodig maken van contant geld.* Contant geld is al in veel gevallen niet meer nodig, vooral niet in Amerika, maar de lonen worden toch nog meestal in geld uitbetaald en beroving van geldauto's en banken is nog steeds aan de orde van de dag. Er zijn altijd nog veel winkels en zelfs hotels waar cheques niet geaccepteerd worden. Elektronische verificatie van cheques, ook gegarandeerde cheques en betaalpassen met foto, of nog beter, een holografische foto van de werkelijke eigenaar, zijn als oplossing voorgesteld en zullen waarschijnlijk het gebruik van contant geld sterk doen teruglopen.

Als het stelen of roven van geld eenmaal sterk is verminderd, zal het stelen van goederen vast en zeker toenemen; het

merken van goederen, zoals in de vorige paragraaf werd voorgesteld, zal dan nog belangrijker worden.

117 *Misdaad omwille van de 'spanning'.* Het bestrijden van 'misdaad uit verveling' geschiedt niet door de wet kracht bij te zetten via economische en technische vernieuwingen. Dit is een kwestie van voorkomen. Zolang er getto's zijn, zullen er jeugdige misdadigersbenden zijn. Het probleem is min of meer wat William James (1905) het 'Morele equivalent van de oorlog' heeft genoemd. We zullen er later op terugkomen.

4.3
Monetaire en economische hervormingen[28]

Een moderne, democratische staat moet ernaar streven, tegelijkertijd aan vier voorwaarden te voldoen:

a een goede handelsbalans,
b volledige werkgelegenheid,
c voortdurende groei,
d standvastige prijzen.

In de laatste tien jaar is het zelfs West-Duitsland, dat economisch zo overweldigend geslaagd is, niet gelukt volledig te voldoen aan alle vier voorwaarden. De prijzen zijn in de Bondsrepubliek gemiddeld met 2,5 procent per jaar gestegen over een periode van tien jaar, maar in 1969-'70 met 3,8 procent. Japan, het land met de snelste economische groei, en Zweden, het modelland wat betreft sociale rust, hadden en hebben eveneens te maken met voortdurende inflatie. Engeland en de Verenigde Staten moesten de economische groei afremmen en konden toch niet voorkomen dat de prijzen bleven stijgen met 5 tot 6 procent per jaar.

Hiervoor zijn twee hoofdoorzaken. Ten eerste heeft inflatie een gunstige invloed op de voorwaarden voor economische groei; stijgende prijzen beloven goede winsten en inflatie geeft ons de kans goed geld terug te betalen met slecht geld. Aan de andere kant betekent inflatie dat de jonge mensen

voortdurend de oude mensen uitbuiten en sociale verzekeringen zijn daarvoor een twijfelachtige oplossing. De tweede oorzaak is de 'revolutie van de stijgende verwachtingen'. In de geïndustrialiseerde landen verwachten de werknemers dat ze het 't volgend jaar beter zullen hebben, en hun eisen gaan verder dan de toename van de produktie toelaat. Dit maakt inflatie tot een zelf-katalyserend proces: de verwachting van inflatie veroorzaakt inflatie. Als de vakbonden zien dat de lonen 8 procent bij de prijzen zijn achtergebleven, eisen ze een loonstijging van 20 procent om in de volgende jaren veilig te zijn.

Ook de Sovjet-Unie moest verscheidene keren de inflatie bestrijden, maar in het algemeen konden de communistische landen beter met dit probleem uit de voeten. Maar toch konden ze het niet stellen zonder de veiligheidsklep van een 'vrije' markt. De lonen worden zo berekend, dat de arbeiders zullen kunnen consumeren wat ze produceren, plus een beetje extra om een huis te kopen of om achter te houden in de hoop dat men volgend jaar iets zal kunnen kopen, dat nu niet verkrijgbaar is. Er zijn geen problemen met de koersen. De roebel speelt geen rol in de buitenlandse handel van de Sovjet-Unie, de dollar niet in de binnenlandse. Ondanks dit onbetwistbare succes is het geen methode die landen met tenminste enige vorm van vrijheid van ondernemen zouden willen overnemen. Zij zijn bereid een bepaalde mate van onevenwichtigheid te verdragen, die voortkomt uit de tegengestelde belangen van particulieren en groepen, liever dan ze alle ondergeschikt te maken aan de staat.

Al is de staat niet oppermachtig in de landen met vrijheid van ondernemen, zij is ook niet hulpeloos. De staat heeft een beperkte maar belangrijke invloed op de rentevoet en de geldcirculatie. Ze heeft directe en adviserende invloed op de industrie. Tenslotte heeft ze nog de macht om de welstand te herverdelen door middel van belastingen.

De laatste vijfentwintig jaar, na de oorlog, hebben een on-

geëvenaarde toename van de welvaart gebracht in alle geindustrialiseerde landen. Vergeleken met de jaren voor de oorlog, toen alle landen hun buren probeerden te plukken, zijn ook de internationale relaties opmerkelijk verbeterd, zoals blijkt uit de expansie van de buitenlandse handel, waarvan destijds niemand durfde dromen. In 1969 nam deze met niet minder dan 16 procent toe en overtrof daarmee verre de economische groei per land. Toch is er nog steeds veel te veel onzekerheid. Men zou zich kunnen afvragen of die niet verminderd zou kunnen worden door betere economische prognoses, gesteund door het gezag van de nationale plannenmakers. Het antwoord hierop is, dat er een flinke barst is ontstaan in het vertrouwen van de burgers, niet doordat de regeringen oneerlijk waren, maar doordat ze geen greep hadden op de gebeurtenissen. In de jaren 1967-'69 schudde de Europese economie op haar grondvesten door de devaluatie van het pond en de Franse frank, en de revaluatie van de mark. In alle drie gevallen ontkenden de regeringen heftig, dat zoiets hun bedoeling was, tot het gebeurde. Deze verklaringen waren bedoeld als 'self-fulfilling prophecies', maar de 'self-fulfilling' verwachtingen van de speculanten bleken sterker.

Speculatie is vooruitdenken ten koste van anderen en is een sterke, onrustzaaiende factor in het sociale leven. Daarom zijn de eerstvolgende paragrafen gewijd aan mogelijke middelen om immorele speculatie te onderdrukken. Zoals alles in een vrije samenleving, is ook dit een kwestie van compromis. Vooruit kunnen zien is een deugd in de economie; zullen we dan diegenen straffen, die beter vooruitzien dan anderen? We kunnen niet de houding van de Sovjet-Unie overnemen, waar speculatie met buitenlands geld een zwaar misdrijf is, strafbaar met de dood of deportatie. Ondanks de ingebouwde onevenwichtigheden heeft onze gedeeltelijke vrije economie niet al te slecht gefunctioneerd, en alle verbeteringen moeten stap voor stap worden ingevoerd.

118 *Het opheffen van de relatie geld-goud.* Vele eeuwen lang was goud een sterke stabiliserende factor. Het kon niet worden nagemaakt door de vorsten of hun alchemisten, hoogstens kon het versmolten worden met onedele metalen, en de munten werden soms gesnoeid door de geldwisselaars. Maar langzaam maar zeker verkeerde de stabiliserende invloed van het goud bijna in het tegendeel ervan, onder andere doordat er zo weinig van was. De goudvoorraad van de Verenigde Staten maakt maar iets meer dan één procent uit van zijn jaarlijks bruto nationaal product en de totale hoeveelheid goud in de hele wereld niet meer dan vijf à zes procent ervan. Dus kwispelt nu een kleine gouden staart zo nu en dan met de grote economische hond-een duidelijk onevenwichtige en belachelijke situatie. De laatste aanval van het goud op de economie werd afgeslagen. In 1968, ten tijde van de economisch ongefundeerde dollarcrisis, werd een vrije markt voor goud ingesteld, waar de prijs per ounce tijdelijk opliep tot 47 dollar, tot in 1969 de prijs weer terugviel op de officiële koers van 35 dollar per ounce, met zware verliezen voor speculanten.

De economie van de geïndustrialiseerde landen is het stadium waarin de koersen op het goud gebaseerd kunnen worden, al lang te boven. Ze moeten een andere basis krijgen, die ook niet vervalst kan worden: produktie. Aan de andere kant kan goud nog steeds wel bruikbaar zijn in de ontwikkelingslanden die nu het stadium hebben bereikt dat Europa in de eerste helft van de negentiende eeuw bereikte, en waar het vertrouwen in regeringen nog steeds erg gering is. De grote westerse landen zouden hun goudvoorraden in de vorm van leningen kunnen overdoen aan Aziatische, Afrikaanse en Zuidamerikaanse landen, als basis voor een stabiele munt. Het voor de hand liggende argument tegen deze methode is, dat juist in deze landen goud een sterk corrumperende invloed had. Te veel dollars en ponden, die als leningen er naar toe kwamen, vonden hun weg naar de gewelven van de Zwitserse banken, in de vorm van goudstaven. Maar als de westerse

landen eenmaal zijn opgehouden met het opslaan van goud, zal de prijs waarschijnlijk niet meer stijgen. Op het moment is de helft van de goudproduktie voldoende voor het 'industriële' gebruik, vooral voor sieraden. Als de corrupte politici dollars gaan opslaan in plaats van goud, doen ze maar half zoveel kwaad als nu. Ze onttrekken nu immers niet alleen de dollars aan het gebruik waarvoor ze bedoeld zijn, maar ze benadelen ook de dollar.

119 *Bijzondere trekkingsrechten.* De 'Eurodollar' is nu al jarenlang een waardevolle stabiliserende factor in de Europese handel, maar toch komt de SDR het dichtst bij de 'Bancor', het 'papieren goud', dat door J.M.Keynes werd voorgesteld (in een document dat voorafging aan de onderhandelingen die later leidden tot de oprichting van het Internationale Monetaire Fonds en de Internationale Bank voor Wederopbouw en Ontwikkeling). De SDR (Special Drawing Rights = bijzondere trekkingsrechten) werden op de jaarvergadering van het IMF van 1968 (Stockholm) ingesteld ter vergroting van de internationale monetaire reserves. In januari 1970 werd voor het eerst 3414 miljoen dollar toegewezen aan de reserves van 104 van de 115 leden van het IMF. Nederland kreeg 87,36 miljoen dollar, de Verenigde Staten ontvingen het grootste bedrag, 866,88 miljoen dollar. De tweede toewijzing vond plaats op 1 januari 1971. De omvang ervan werd voor ieder land bepaald op 10,7 procent van hun belang in het IMF per 31 december 1970. De totale toewijzing beliep 2949 miljoen dollar, waarvan de Verenigde Srnten het grootste bedrag (716,9 miljoen dollar) ontvingen. In de periode 1 januari tot en met 30 juni 1970 vonden transacties in SDR's plaats tot een bedrag van bijna 550 miljoen dollar. Al lijken dit enorme bedragen, het totaal ervan is nog slechts een kwart van de monetaire goudreserves in de wereld. Maar het is een veelbelovend begin. Het is een betaalmiddel dat gebaseerd is op het vertrouwen in de sterke economie van de westerse landen.

120 *Een internationaal betaalmiddel.* De SDR's vertegenwoordigen geld dat alleen circuleert tussen de nationale banken, het is nog geen betaalmiddel in de gebruikelijke zin van het woord. Het lijkt helemaal niet onmogelijk zo'n betaalmiddel in te stellen, zonder dat de lidstaten hun financiële onafhankelijkheid geheel opgeven. Voor 1914 functioneerde de Latijnse Monetaire Unie, tussen Frankrijk, België, Zwitserland en Italië zeer bevredigend en evenzo het sterlinggebied sinds 1932. De Europese Betalings-Unie opgericht als een voorwaarde voor de Marshall-hulp, was van onschatbare waarde bij de wederopbouw van de economie in Europa en het is misschien te betreuren dat hij later werd opgeheven. Hoewel we moeten toegeven dat monetaire unies veel eenvoudiger konden functioneren in een tijd waarin de belastingen in feite niet meer dan een fooi aan de staat waren, terwijl zij nu 25-40 procent van het bruto nationaal produkt uitmaken. Veronderstel dat de landen A en B een monetaire unie hebben opgericht. A besluit een groot plan uit te voeren voor wegen, nieuwe steden, scholen enzovoort. B kan terecht tegenwerpen, dat een groot deel van de materialen en voedsel, kleding enzovoort, van de arbeiders geproduceerd worden door de industriëlen van B. Mogelijk zullen de partners niet tevreden zijn voordat de kapitaalsuitgaven van beide landen in evenwicht zijn, tenminste bij benadering, en in ongeveer gelijke verhouding staan tot de produktie van consumptiegoederen. Dit zal een overeenstemming in goede verstandhouding eisen en acceptatie van het principe dat de levensstandaard in beide landen ongeveer gelijk omhoog zal gaan. Gezien het feit dat de zes EEG-landen dit principe aanvaard hebben, is het misschien niet te veel gevraagd, te hopen dat alle Europese landen tot een dergelijke overeenstemming zullen komen, en een algemeen betaalmiddel zullen verwerkelijken, hetgeen te verwachten is in 1980. Dit zou de meest radicale wijze zijn om het gevaarlijke heen-en-weer bewegen van 'hot money' tegen te gaan. Na de gebeurtenissen van 1968 verloor Frankrijk bijna

de helft van zijn monetaire reserves aan Duitsland, en na de revaluatie verliet een even groot bedrag Duitsland weer, al stroomde het niet allemaal terug vaar Frankrijk. De speculanten hadden hun schandelijke winst verkregen, ten koste van bijna alle anderen. Elk land zou baat hebben bij het voorkomen van deze immorele handelswijze, zelfs ten koste van een klein deel van zijn financiële zelfstandigheid.

121 *Centralisering van het loonoverleg.* De 'revolutie van de stijgende verwachtingen' heeft een rationele basis: de moderne techniek kan inderdaad de levensstandaard optrekken tot het punt van de 'psychologische verzadiging', die op zich nog geen probleem is op dit moment. Maar de wijze waarop het naar voren komt is inflatoir. Elke vakbond komt apart met zijn eigen eisen. Zij kregen het gevoel onrechtvaardig bejegend te worden als de lonen of salarissen in één bedrijfstak zijn achtergebleven bij de rest, of zelfs bij de stijging van de prijzen en zij vragen altijd meer, om de anderen een stap voor te zijn. De prijs- en inkomenspolitiek van Engeland is volledig mislukt. In andere landen waren zelfs lonen die gekoppeld waren aan de kosten van levensonderhoud niet voldoende om kostbare arbeidsconflicten te voorkomen, die meestal eindigen met een overwinning van de arbeiders in een bepaalde tak van industrie, ten koste van alle anderen.

In Engeland liepen alle pogingen om tot een *centraal* loonoverleg te komen vast, evenals de pogingen om de cao's wettelijk afdwingbaar te maken. Voor een groot deel was dat te wijten aan het feit dat het Trade Union Congress (TUC) geen macht heeft over de vakbonden per industrietak, deze weer niet over de plaatselijke bonden en de plaatselijke bonden niet over de 'shop stewards'. Aan de andere kant hebben de 'shop stewards' vaak weer veel te veel macht over de arbeiders die ze terroriseren. De voor de hand liggende oplossing schijnt te liggen in een permanent vakbondsoverleg, waar de verschillende takken van industrie *a* onderling hun tegengestelde

eisen grondig kunnen bespreken, *b* hun besluiten ter aanvaarding kunnen indienen, niet door stemming bij hand-opsteken, maar door directe geheime stemming door de arbeiders, en vervolgens hun looneisen *als één geheel* aan de regering en aan de werkgevers kunnen aanbieden, in plaats van tijdens de gebruikelijke 'ronde', dat wil zeggen: in een inflatie-spiraal. Dit is vaak voorgesteld en sommige landen hebben enkele stappen in de goede richting gezet, maar de werkelijke vooruitgang bleef een schone droom. Is het dan werkelijk onmogelijk dit probleem op te lossen, zonder de macht uit te oefenen van de totalitaire staat?

122 *Belastingen*. In een modern, geïndustrialiseerd land, met een hoge levensstandaard, zullen de overheidsuitgaven stijgen in vergelijking met de uitgaven in de privésector. Meer wegen, ziekenhuizen, scholen, woningwetwoningen enzovoort, moeten gebouwd worden, die zelf geen geld opbrengen, en relatief weinig fabrieken, hotels en dergelijke, die wel winst kunnen opleveren. De verhouding zal nog slechter worden als de 'kwaliteit van het leven' ernstig genomen zal worden. Onderwijs alleen al zou wel eens 15-20 procent van het bruto nationaal product kunnen opeisen. Economisch, dat wil zeggen in termen van de productie van goederen, is er geen moeilijkheid. Een minderheid kan zeer goed voldoende goederen voor allemaal produceren. Om een verhelderend voorbeeld te noemen: men verwacht dat in de Verenigde Staten het aantal werkers in de landbouw, nu ongeveer 6 procent van het totaal aantal werkenden, zal dalen tot 2,5 procent in 1982 *(The American Economy,* McGraw-Hill, 1969). Maar is er nu geen sprake meer van, dat een significant deel van de kosten van de welvaartsstaat zou kunnen komen uit de opbrengsten van de directe belastingen. In Frankrijk, waar de totale hoeveelheid belastinggelden 46 procent uitmaakt van het bruto nationaal product, wordt slechts 18 procent geïnd via directe belastingen, 43 procent via de omzetbelasting en 39 procent via de

premies voor sociale verzekeringen. Zelfs in Engeland, waar de directe belastingen al lang het stadium hebben bereikt waarin, zoals J. M. Keynes zei, 'het ontduiken van de belasting de enige intellectuele bezigheid is, die nog iets oplevert', en waar de gezinnen maar gemiddeld 6 procent van hun inkomen sparen, brengen de directe belastingen maar 40 procent op van de overheidsinkomsten die 38 procent bedragen van het nationaal produkt.

In deze situatie, die nog slechter zal worden, kunnen de bezorgde ministers niets anders doen dan de methode van de communistische landen nog dichter te naderen, waar bijna alle overheidsuitgaven betaald worden uit indirecte belastingen. Het voorbeeld van Frankrijk laat zien dat dit gedaan kan worden zonder de mensen die hun energie in particuliere bedrijven steken, geheel te ontmoedigen.

123 *Hervorming van de ontwikkelingshulp.* Het laatste jaar is de hulp aan de ontwikkelingslanden gedaald tot een zeer laag niveau, vooral als gevolg van de negatieve betalingsbalans van de Verenigde Staten. De ontwikkelingshulp aan India is nu ongeveer twee dollar per hoofd per jaar. Daartegenover is de Russische hulp aan Cuba twintig tot dertig dollar per hoofd per jaar, en dat blijkt net genoeg te zijn om een hardwerkend land dat door de natuur goed bedeeld is, in vijf à tien jaar economisch onafhankelijk te maken. Om effectief te worden, zou de hulp aan de ontwikkelingslanden met een orde van grootte toe moeten nemen gedurende tenminste tien à twintig jaar, natuurlijk vergezeld van een groots opgezet onderwijs plan. Economisch gezien, dus in termen van goederen en diensten, schijnt dat niet onmogelijk of zelfs maar moeilijk. Nu de netto hulp aan het buitenland van de Verenigde Staten gedaald is tot twee miljard dollar, kan gezegd worden, dat de Amerikaanse arbeider ietsje meer dan één minuut per dag werkt voor de ontwikkelingslanden - en vijftien minuten per dag voor de oorlog in Vietnam. De problemen zijn van finan-

ciële aard. Een deel van de ontwikkelingsgelden komt verkeerd terecht, vindt zijn weg naar de Zwitserse banken en verzwakt de dollar, in plaats van in de juiste kanalen te stromen. Omdat het een overheidsuitgave is, verhoogt het ook de belastingdruk. Is het echt nodig om op een explosie te wachten, zoals in Zuid-Amerika voor de deur staat, voor we iets doen op een adequate schaal?

4.4
Binnenlandse en internationale vrede

Sinds de laatste wereldoorlog heeft zowel het internationale wantrouwen als de internationale samenwerking zich tot zo'n ongekende hoogte ontwikkeld, dat het onmogelijk is te schatten hoe deze twee tegengestelde krachten zich verhouden. Aan de ene kant hebben de twee supermachten, de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie zo'n voorraad nucleaire explosieven opgebouwd dat ze al het leven op aarde zouden kunnen wegvagen, en zulke goede middelen om ze af te vuren dat ze in weinige uren de helft van beide bevolkingen, over en weer, zouden kunnen doden. Aan de andere kant werken de oude vijanden, Frankrijk en Duitsland, vreedzaam samen in de EEG en er waren in 1969 niet minder dan 1600 internationale organisaties buiten de regeringen om, waarvan het aantal met 10 procent per jaar toeneemt, en waarin in veel gevallen vertegenwoordigers van de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie in één team samenwerkten. De wereldhandel nam toe met een orde van grootte sinds de jaren voor de oorlog.

Sommige spanningen zijn afgenomen, maar andere zijn toegenomen. Men zet geen troepen, met de wapens in de hand, meer in bij een staking in welk geïndustrialiseerd land ook, maar ze moesten wel ingezet worden bij rassenrellen in de Verenigde Staten. De kloof tussen het geïndustrialiseerde derde deel van de wereld en de rest is groter geworden. De verhouding van de bruto nationale producten per hoofd van de bevolking is nu 12: 1, en dat verschil blijft groeien. De bevol-

kingsexplosie is het ergst in de onderontwikkelde landen en er is geen sprake van, dat dit door emigratie opgelost zou kunnen worden. Het is haast niet meer te geloven dat in 1914 nog elke Chinees of Indiër in Engeland kon komen wonen, zonder paspoort, en zonder door de politie lastig gevallen te worden. De raciale grenzen zijn nu bijna hermetisch gesloten en waarschijnlijk zullen ze desnoods verdedigd worden met kernwapens.

In de nu volgende vijftig jaar zullen we een heel gevaarlijk punt moeten passeren. Enkele van de ontwikkelingslanden zouden wel eens het punt van uiterste wanhoop kunnen bereiken. In de hoogontwikkelde rijke landen is een malaise aan het groeien, waarvan de studentenopstanden misschien de eerste tekenen waren. Op het moment dat dit geschreven werd, was de storm gaan liggen, maar het is waarschijnlijk dat hij weer opsteekt, want er zit een drijvende kracht achter: de 'studentenexplosie'. De nerveuze spanningen binnen de landen bedreigen ons met twee gevaren. Politici, aan het eind van hun latijn, kunnen een politiestaat in het leven roepen, of ze zouden het beest van de oorlog los kunnen laten.

Er is een boeiend debat gaande, op dit moment, tussen psychologen en ethologen, of oorlogen voortkomen uit een ingeboren agressief instinct, eigen aan de menselijke aard, of niet. Dat is niet geheel en al een academische vraag. Wie kan er aan twijfelen dat we veiliger zouden zijn als mannen als William Penn of Albert Schweitzer aan het hoofd stonden van Amerika en de Sovjet-Unie? Misschien is het oorlogsprobleem inderdaad op te lossen met vreedzaam-makende drugs, zoals Arthur Koestler heeft voorgesteld? Maar het zou beter zijn als de sociale wetenschapsman zijn aandacht richtte op het krachtige *versterkende mechanisme* in onze wereld. De twee drijvende krachten erachter zijn angst en eigenbelang. Eigenbelang kan gekoppeld worden aan machtswellust, maar het is al genoeg gevaarlijk als het alleen de sociaal getolereerde vorm van de drang tot het bouwen van een 'empire'

aanneemt: de versterking van de establishment. Niet het verlangen naar internationale agressie, maar angst en imperialisme waren er oorzaak van dat het leger in de Verenigde Staten groeide van 90.000 (voor de Tweede Wereldoorlog) tot 2,5 miljoen (in 1967 was het 3,5 miljoen). Het instrument hiertoe is in Amerika het 'militair-industrieel complex' (Eisenhower, 17 januari 1961. Senator Fulbright voegde daar in 1967 de academici, en George Wald in 1969 de vakbonden aan toe, als edele derden en vierden van dit complex.) We kennen de tegenhanger ervan in de Sovjet-Unie niet precies, maar angst en bolwerkvorming door het militaire apparaat moeten ook daar aan het werk zijn. Met zulke machtige zichzelf versterkende mechanismen is er geen noodzaak voor veel agressieve drang aan de top. Elke ingenieur weet dat als een versterker voldoende terugkoppeling heeft, elk klein beetje ruis hem doet schreeuwen.

Nu ik ga proberen deze enorm ingewikkelde, in elkaar verweven problemen uit elkaar te halen, moet ik nog meer dan tevoren benadrukken, dat ik, zelfs waar ik wijs op mogelijke oplossingen, eigenlijk vooral probeer ze onder de aandacht te brengen van ieder die erover wil en kan denken.

124 *Het doorbreken van de geweldcultus in de massamedia.* Individuele agressie is misschien niet van doorslaggevend belang in een moderne oorlog, ze is zeker belangrijk voor de binnenlandse rust. Onderzoekers die zich bezighielden met de vraag of de verbijsterende geweldscènes, die elke dag op de televisie vertoond worden, vooral in Amerika, bijdragen tot gewelddadige misdrijven en rellen, zijn erg zwijgzaam geweest als het ging om definitieve conclusies. Ze schijnen het er over eens te zijn, dat geweld een zuiverend effect heeft op de meerderheid, maar een geweld stimulerend effect op een kleine minderheid. Hoe de verhouding ligt tussen deze twee effecten, is een geschilpunt. Bovendien is de televisie op zijn hoogst *een* van de factoren die eraan meewerken om geweld

een typisch Amerikaans verschijnsel te maken (er zijn ook nog wetten op het wapenbezit, films en rassenscheiding). Toch kan niemand het laten te vermoeden dat de geweldcultus op de Amerikaanse televisie, vergeleken met de veel mildere Engelse programma's, wel zijn deel zal bijdragen tot de verhouding van moorden per hoofd van de bevolking tussen beide landen, namelijk 25: 1. (Deze cijfers zouden misschien nog verder uit elkaar liggen als men in beide landen de geesteszieken en de psychopaten aftrekt. Volgens Anthony Storr, *Human Aggression,* Allen Lane, Londen, 1968, pleegt in Engeland één op de drie moordenaars zelfmoord, of doet daar een poging toe.)

125 *Geweld van studenten*. Studentenrellen hangen voornamelijk af van twee factoren. De ene is het aantal studenten in een leeftijdsgroep, de andere is de toegeeflijkheid van de universiteitsleiding en van het land. Volgens het *Hudson Inst. Report* No. 4, 1969, was het aantal studenten aan de universiteiten in de Sovjet-Unie niet veel minder dan in de Verenigde Staten (3,6 miljoen tegen 5 miljoen in 1964, misschien 5 tegen 6,5 miljoen in 1969) en toch waren er ernstige onlusten in Amerika en geen in Rusland. Op grond van dit feit, en op grond van het feit dat in de Verenigde Staten het studentenverzet in 1969 sterk is teruggelopen, door de meer vastbesloten houding van de universiteiten, in vergelijking tot 1968, moet men concluderen dat revolutionaire studentenbewegingen in dit stadium nog vrij gemakkelijk te onderdrukken zijn. Maar het zou erg onverstandig zijn daarop te vertrouwen, tot men de moeilijkheden tot op de wortel heeft onderzocht. Die wortel is dat de universiteiten traditionele instellingen zijn voor hardwerkende, begaafde studenten die in het verleden, zolang het om kleine aantallen ging, beloond werden met goedbetaalde banen en hoog sociaal aanzien. Dat is niet langer mogelijk als, zoals in Amerika, meer dan de helft van een generatie een of ander soort hogere opleiding gaat volgen. Waarom zouden de min-

der begaafden hard werken, als ze hetzelfde soort banen kunnen krijgen zonder naar de universiteit te gaan? Ik zie geen manier om ze hard te laten werken, en ook geen reden ervoor. Ik kan de oplossing alleen zien in een nieuw soort van onderwijs, dat ook boeiend is voor de minder begaafden, omdat het half amusement, half instructie is.

126 *De klassenstrijd.* Toen de socialistische beweging begon, in de eerste helft van de negentiende eeuw, vond zij haar kracht in de massa's van de handarbeiders in de fabrieken. (Landarbeiders waren in die tijd nog talrijker, maar zij konden moeilijk georganiseerd worden.) Intussen zijn de verhoudingen radicaal anders komen te liggen, de handarbeiders zijn nu een éénderde-minderheid in de Verenigde Staten en zo zal het ook spoedig zijn in Europa. Maar al heeft de klassenstrijd veel van zijn vuur verloren, hij heeft niet aan kracht ingeboet. Een onderbetaalde kantoorbediende kan zijn baas even sterk haten als een machinebankwerker, en onderwijzers kunnen evengoed staken als fabrieksarbeiders. Het praktische criterium is niet de sociale rechtvaardigheid (wie kan die meten?), maar wie roet in het sociale eten kan gooien. Als het aantal handarbeiders, wat zeer waarschijnlijk is, teruggelopen zal zijn tot 20 procent van alle werkenden, zullen ze evenveel pressie kunnen uitoefenen op de rest als wanneer ze 80 procent van het totaal uitmaakten.

De beste oplossingen voor het probleem van de klassenstrijd werden tot nu toe gevonden in twee zeer uiteenlopende landen, Japan en Zweden. In Japan is dat de onveranderde traditionele binding van de arbeiders met hun bedrijf, in Zweden is het de nuchtere, redelijke benadering van de vakbonden die in gesprekken met de werkgevers beslissen, hoeveel ze uit de pot kunnen krijgen, zonder het bedrijf te ruïneren. Er is natuurlijk ook nog een Russische oplossing. Daar werd de klassenstrijd uitgebannen zonder de klassen op te heffen door simpelweg stakingen onwettig te verklaren.

In de vrije landen zal een rudiment van de klassenstrijd wel altijd blijven bestaan, omdat industriële disputen opwinding meebrengen, een gevoel van eenheid geven onder groepen en zij bijdragen tot de verlevendiging van een anders al te saai leven. Maar Karl Marx zelf (in navolging van Fourier) heeft een betere oplossing voorgesteld. Een man moet in zijn leven verschillende beroepen uitoefenen. Hij kan een poosje handarbeider zijn en, een beetje langer, in de dienstverlenende sector werken en waarom ook niet, als hij hard wil werken en de verantwoording wil dragen, een kans in de leidinggevende beroepen krijgen? Ik zou daar nog aan toe willen voegen, werk in verschillende landen, voor hen die er niet tegen opzien een vreemde taal te leren.

127 *Zwaarden in ploegen omsmeden.* Elders heb ik al benadrukt dat het voor een hoge beschaving nodig is, dat de bevolking *sedentair* is, zich wortelt (wat natuurlijk veel reizen of zelfs een jarenlang verblijf in het buitenland niet uitsluit), en dat dit nauwelijks mogelijk is waar plaatselijke fabrieken van de ene dag op de andere kunnen sluiten. Maar wapenfabrieken zouden wél moeten sluiten. Het is niet verbazingwekkend dat de werknemer protesteert tegen ontslag, zelfs als het uit een baan was, waarin hij machines om te doden maakte. ('Normen, mijnheer?' vraagt Mr. Doolittle in Shaw's stuk, 'die kan ik me niet veroorloven.') Hetzelfde geldt nog sterker voor de technici die nu werk hebben bij de onderzoekscentra voor nieuwe wapenen.

Het is een niet onmogelijk, zij het langdurig werk, een wapenfabriek om te bouwen op de productie van civiele goederen. De Krupps hebben het na de Eerste Wereldoorlog op grote schaal gedaan. Ze werden daarbij geholpen door de structuur van de Duitse vakbonden: de arbeiders zelf konden de fabriek ombouwen. Dit is niet mogelijk met het Amerikaanse of Engelse systeem, waar de meeste arbeiders georganiseerd zijn al naar hun vak. Een hervorming van dit systeem,

tenminste in de wapenindustrie, zou zeker niet eenvoudig zijn, maar ze zou bijdragen tot de oplossing van een uiterst moeilijk probleem.

Wat betreft de 'wetenschapsmensen', die nu werken aan nieuwe wapenen, onder andere zenuwgassen en extreem gevaarlijke virussen, ik wou dat ze verbannen konden worden door de wetenschappelijke organisaties in de landen die nog niet het moedige besluit hebben genomen, eenzijdig af te zien van het aanvallend gebruik van chemische wapenen, zoals president Nixon heeft gedaan. Maar er is misschien een minder radicale oplossing. Er is, bijvoorbeeld, voorgesteld dat het microbiologische laboratorium in Porton, Engeland, met zijn prima uitrusting, omgebouwd zou kunnen worden tot een laboratorium voor de productie van enzymen en andere moeilijke organisch-chemische stoffen.

128 *Het doorbreken van de vicieuze cirkel van de angst.* Het militair-industrieel complex in de Verenigde Staten en de tegenhanger ervan in de Sovjet-Unie zijn ons zeker boven het hoofd gegroeid, maar wie kan zeggen waardoor? Ze worden gevoed door wederzijdse angst. Elke toename die bekend wordt-van raketten of van Polaris-onderzeeërs, of van anti-raket-raketten-aan de ene kant, moet aan de andere kant geëvenaard worden. Men moet toegeven dat de angst aan de kant van Amerika niet ongegrond is. We weten dat niemand zijn hoofd in Stalins schoot kon leggen, en in ieder geval weten we sinds de bezetting van Tsjechoslowakije, dat het riskant zou zijn die van Brezjnev te proberen. Maar Brezjnev's actie werd ook door angst ingegeven: door de angst dat Tsjechoslowakije onafhankelijk zou worden naar het voorbeeld van Tito's Joegoslavië, en dat andere satellieten zouden volgen, zodat er weer zo'n honderd miljoen mensen zouden zijn toegevoegd aan de potentiële vijanden van Rusland. De fout in deze rationele berekening was alleen, dat de bezetting van Tsjechoslowakije niets heeft verbeterd aan de Russische

bescherming tegen een aanval met kernwapenen. Integendeel, hij versterkte het wantrouwen nog eens extra.

Hoe kunnen we deze vicieuze cirkel van angst doorbreken? Op het moment dat dit geschreven werd, waren er onderhandelingen gaande om de bewapeningswedloop af te remmen. Als ze, wat maar al te waarschijnlijk is, steeds uitgesteld worden of alleen beëindigd worden met een overeenkomst 'pro forma', kunnen we nog hoop putten uit het feit dat aan onze kant een zekere vredespolitiek al veld begint te winnen: als er berichten zijn over een nieuwe wapenontwikkeling aan de andere *kant, probeer ze dan niet te overtreffen.* Stel de tegenmaatregelen tot het laatst mogelijke moment uit. Dit geeft een flinke tijdwinst, van enkele jaren, omdat de aard van de kernoorlog zo is, dat zelfs een voorsprong van 10 op 1 niet voldoende is om de agressor te vrijwaren voor een tegenaanval, de 'wraak der doden', waardoor ongeveer de helft van de bevolking en bijna alle steden van de agressor vernietigd zouden worden. Zo'n politiek zou, als hij jaren lang consequent wordt volgehouden, er heel wat toe bijdragen om de angst van de Sovjet-Unie te verminderen, die nu vaak naar voren komt in hun militaire bladen die schrijven dat 'volgens betrouwbare bronnen de Verenigde Staten een vernietigingsaanval voorbereiden'.

129 *Wereldburgers.* Laten we van deze maatregelen, die alleen op de hoogste niveaus genomen kunnen worden, afdalen naar de meer bescheidene, die binnen het bereik liggen van de gewone burger. Ik heb er al met nadruk op gewezen (in mijn kritiek op de vertaalmachines; zie paragraaf 58), hoe belangrijk ik het acht dat het aantal twee of meer talen sprekende mensen die wereldburgers zouden kunnen worden, toeneemt. Ik neem een paar andere ideeën over van de vooraanstaande Noorse vredesonderzoeker Johan Galtung ('On the Future of International Systems', uit *Mankind 2000,* Oslo, Universitatsforlaget, Londen, Allen & Unwin, 1969). Hij voorspelt de snelle opkomst van internationale vredesspecialisten en inter-

nationale ontwikkelingsexperts. Hij voorspelt ook: 'een gestage toename van de wederzijdse beïnvloeding van alle ontwikkelde, geïndustrialiseerde landen met neomoderne structuur, gebruik makend van INGO's (international non-governmental organizations) en IGO's (international governmental organizations) als structuur voor het bouwwerk, en individuen met loyaliteit die niet alleen gericht is op de eigen groep of het eigen land, als bouwstenen'.

Laten we hopen dat deze ideeën zich onder onze jonge mensen zullen verspreiden, die bepaald geen gebrek hebben aan idealisme, maar vaak wel behoefte hebben aan ideeën om hun energie constructief te gebruiken.

4.5 Naar een harmonische samenleving

Ik citeer *mezelf (Nature,* Londen 1963):

'Exponentiële curven gaan alleen in de wiskunde naar oneindig. In de fysieke wereld lopen ze of terug en bereiken een limiet, of ze breken op rampzalige wijze af. Het is onze plicht als weldenkende mensen, ons in te zetten voor het langzaam en rustig bereiken van een limiet, in plaats van de exponentiële groei mede in stand te houden, hoewel dit voor ons ongewone en onaangename problemen meebrengt.'

In onze technische beschaving is *groei* synoniem geworden met *hoop,* en de mens kan niet leven zonder hoop. De "*ananke*" (noodzaak/noodlot) van de Grieken, de druk van een gierig en vijandig systeem, zou niet overwonnen zijn zonder wetenschap en technologie. De mens, gewend aan duizenden jaren van schaarste, is de leefruimte binnengetreden, geschapen door de techniek en breidt zich daarin sterk uit. Het zou een dom optimisme zijn, te geloven dat deze groei louter organisch, evolutionair zou zijn. Er zit een puur kwantitatief element in, dat je met recht kankerachtig kan noemen. Tenzij we de evolutie scheiden van de vermenigvuldiging, kwantiteit van kwaliteit van het leven, zijn de vooruitzichten voor onze beschaving somber.

De eerste voorwaarde is het doen ophouden van de bevolkingstoename. Dat kan op de hele wereldbol niet van het ene jaar op het andere bereikt worden, het is eerder een kwestie van honderd jaar, gedurende welke tijd de ontwikkelingslanden het hard te verduren zullen hebben. Het ziet er voor de geïndustrialiseerde landen beter uit, en het voorbeeld van Japan laat zien dat een (bijna) gelijkblijvende bevolking de dynamische groei van de industrie niet behoeft tegen te houden. De groei moet afgeremd worden en op een bepaald moment ophouden, gewoon omdat de materiële behoeften van de mens niet oneindig zijn. Maar de groei moet niet ophouden door de *walging* die al duidelijk een deel van de jongeren in de best geslaagde geïndustrialiseerde landen heeft bevangen. De groei moet ophouden door de overgang naar een nieuw stadium van beschaving, dat hoop geeft, *los van de materiële groei.*

Hoezeer hebben we in onze tijd profetische dichters nodig, die de jongeren hoop kunnen geven! Hun dorst is zo groot, dat ze de bijna onleesbare filosoof Herbert Marcuse tot hun profeet hebben uitgeroepen, samen met de tiran Mao en de romantische revolutionair Che Guevara. Jammer genoeg zijn onze dichters en schrijvers zo druk bezig met het uiten van hun wanhoop en walging, dat ze onze wereld nog zinlozer voorstellen dan hij al is. Dus moeten de denkers de zware taak op zich nemen. Maar de koele stem van de rede hoeft niet machteloos te zijn als hij wordt gesteund door fantasie.

De enige, in ieder geval voor een deel optimistische utopie die de laatste vijfenveertig jaar is geschreven buiten Rusland, is *Island* van Aldous Huxley, en zelfs diens kleine geluks-eiland wordt tenslotte vernietigd door het opkomende nationalisme dat wij maar al te goed kennen. En toch, het idealisme is niet dood, het vond een laatste toevlucht bij de beloften van de politici die op zijn best half geloofd worden. Maar politici en hun economische adviseurs raken met de dag meer verstrikt in de problemen van alle dag. Het is noodzakelijk,

een macht van denkers te mobiliseren, zoals de 'Encyclopedisten' in de negentiende eeuw, om visies op te bouwen die dertig jaar of meer vooruitzien. Er zijn enkele veelbelovende tekenen, dat zo'n beweging op gang komt. Dat zal het onderwerp zijn van de volgende paragraaf.

130 *Futuristische studies*. Sommige schrijvers, zoals Bertrand de Jouvenel, hebben bezwaren geuit tegen de term futurologie, omdat een '-ologie' een wetenschap is die zich bezighoudt met dingen die bestaan, en de toekomst bestaat per definitie nooit, dus laten we het 'futurisme' noemen. In het verleden hebben zich daarin drie groepen onderscheiden: de 'Futuribles'-groep in Frankrijk, rondom Bertrand de Jouvenel, die 'toekomstmodellen' ontwikkelt, de groep rondom Olaf Helmer, vroeger medewerker bij de RAND-Corporation, thans verbonden aan het Institute for the Future, Middletown, Conn., dat de DELPHI-voorspellingen verzamelt en nu werkt aan betere methoden, en het Hudson Instituut, onder leiding van Herman Kahn, dat algemene lijnen van toekomstige ontwikkelingen nagaat, en ook scenario's: gedetailleerde, voorwaardelijke voorspellingen die eigenlijk geen utopieën genoemd mogen worden, omdat de meeste ervan niet wenselijk zijn. Er zijn bovendien nog particulier gesteunde 'vooruitzicht'-organisaties, zoals TEMPO en Systems Development Inc., beide in Californië. Computermodellen van de samenleving zijn gebouwd door Jay Forrester bij de MIT, Abt Associates, Cambridge, Mass., en door Richard Stone, Cambridge, Engeland.

Al deze groepen zijn zich er wel van bewust, dat de exponentiële groei niet tot in het oneindige kan doorgaan, hoewel sommige van hen hun klanten uit de industrie ook voorspellingen leveren op kortere termijn, die bijna exponentieel zijn. De ontwikkeling van de computers stelt hen langzamerhand in staat, met uiterst ingewikkelde modellen te werken, zo lang de factoren maar kwantificeerbaar zijn. De zwakte

van al dergelijke voorspellingen is natuurlijk, dat niemand weet hoe de mens zal reageren op nieuwe omstandigheden. Men heeft vaak gesuggereerd dat men dit te weten zou kunnen komen via sociale experimenten: proefsituaties. De zwakke plek van dit idee zit er natuurlijk in, dat het meestal zonderlingen zijn die vrijwillig aan dergelijke experimenten deelnemen, zodat er geen goede steekproef uit de mensheid wordt bereikt. Het is duidelijk dat het vooruitzien in de toekomst nooit een exacte wetenschap kan zijn. Toch zijn deze instituten, geholpen door de ontwikkelingen in de toegepaste psychologie en een injectie met een fantasierijk *normatief* element, nog steeds onze beste hoop dat de komende revolutie ons niet geheel en al onvoorbereid vindt.

131 *Het afremmen van de consumptiemaatschappij.* De huidige tendensen in de Verenigde Staten, naar de schatting van de afdeling economie van de McGraw-Hill Publishing Company, komen duidelijk naar voren in onderstaande tabel.

TABEL: Voorspelling van de consumptie in de Verenigde Staten, 1967-1982.

	jaar	1967	1972	1977	1982
uitgaven van de	1967 $*	491,6	603	745,5	930
consument	percentage	100	122,2	151	188
duurzame	1967 $*	72,1	90,5	115	147,5
goederen	percentage	100	125	159	204
niet duurzame	1967 $*	217,5	261	316,5	387
goederen	percentage	100	120	145	173
diensten	1967$*	202	251,5	314	395,5
	percentage	100	124	155	196

* miljarden dollars

Over het algemeen vertonen de cijfers een vrij uniforme toename, met een jaarlijkse groei van 4,2 procent, waarbij de duurzame consumptiegoederen nog steeds aan de top staan. Men kan aanvaarden dat dit is, wat de zakenlieden hopen en verwachten. Men verwacht dat de bevolking van de Verenigde Staten gedurende deze vijftien jaar zal toenemen van 199,1 tot 242,2 miljoen, ofwel met 22 procent, dat wil zeggen dat de uitgaven van de consument per hoofd van de bevolking verwacht worden toe te nemen met 52 procent. Dat ziet er misschien niet onredelijk uit, maar als we nog een stapje verder gaan, naar 1992, komen we op een verdubbeling van de uitgaven per persoon. Wat houdt dat in? Vier auto's in de garage in plaats van twee, en vier kleurentelevisietoestellen per gezin? Wie dit nog steeds redelijk vindt, moet er nog eens tien jaar bijtellen, of twintig. Laten we hopen dat de wereld tegen die tijd nog niet zijn eind nadert, maar de consumptieve uitgaven moeten dan wel een of ander plafond bereikt hebben. Als we op dat moment een enigszins redelijke wereld hebben, moeten de uitgaven aan dienstverlening die aan de andere twee groepen verre overtreffen. Zij zouden hun limiet ruim voor het eind van de eeuw bereikt moeten hebben, zelfs als het laatste restje armoede uit Amerika verdwenen zal zijn.

De Amerikaanse statistieken zijn van bijzonder belang, omdat dit land juist de drempel heeft overschreden naar de 'post-industriële samenleving', met een bruto nationaal produkt per hoofd van de bevolking van 4000 dollar en bijna 10 000 dollar vrij te besteden inkomen per gezin. De Europese geïndustrialiseerde landen zullen dit niveau over tien à vijfentwintig jaar bereiken. Japan is een uitzonderingsgeval, omdat door eenvoudig de tendensen te extrapoleren blijkt dat het bruto nationaal produkt per hoofd daar dat van de Verenigde Staten zou moeten overtreffen voor het eind van de eeuw. Aan de andere kant zullen waarschijnlijk vele van de onderontwikkelde landen tegen die tijd niet eens bereiken wat in de Verenigde Staten de 'armoedegrens' heet.

De materiële groei moet zich in de ontwikkelingslanden voortzetten, met zoveel hulp als de rijke landen hen kunnen geven, tientallen jaren lang, maar in het gelukkiger derde of vierde deel van de wereld moet de groei omgebogen worden in kwalitatieve richting. Het eerste probleem is, hoe de dynamische mensen in onze maatschappij ervan te overtuigen dat dit niet het einde van de wereld betekent. Veel talent en energie is in onze wereld geconcentreerd in de leidende functies bij de grote bedrijven. De grafiek met de opgaande produktielijn achter zijn bureau is voor de topfunctionaris het symbool van zijn hoogste norm: groei. Juist deze mensen moeten ervan overtuigd worden dat voor de grote verandering hun energie even hard nodig is als in het huidige systeem. Maar natuurlijk is de hoeveelheid goodwill, liefde en geluk in de wereld niet zo gemakkelijk meetbaar als het aantal geleverde auto's.

132 *Hoop in een economisch gelijkblijvende wereld.* De mens heeft nog nooit zonder hoop kunnen leven, maar hoop is alleen in de technische samenleving synoniem geworden met groei. De leidende functionaris of de hoogleraar kan ook in een economisch gelijkblijvende maatschappij de top bereiken in zijn vak. Maar welke hoop op verbetering heeft de arbeider die op zijn zestiende in de fabriek gaat werken en er op zijn zestigste mee ophoudt, nadat hij al die tijd hetzelfde werk heeft gedaan, buiten de algemene stijging van de levensstandaard, of het gevecht van zijn vakbond om zijn loon te verhogen? Het stijgen van de lonen met de leeftijd is zeker een factor van belang in de grote stabiliteit van de Japanse samenleving. Het is te betreuren dat deze goede instelling langzaamaan wordt losgelaten in Japan, ten gunste van de rendementswinst. Een stationaire maatschappij kan zich niet alleen dit principe veroorloven, hij kan nauwelijks zonder. Hoop is een persoonlijke waarde; het was een van de fouten van onze geïndustrialiseerde samenleving, die te vervangen door klasse- of groepswaarden.

Een verandering van beroep rond de leeftijd van veertig jaar en vooruitstrevend onderwijs het hele leven door zouden nog meer kunnen bijdragen tot het in stand houden van de hoop als waarde en als drijvende kracht dan stijgende lonen in een tot volle wasdom gekomen samenleving.

133 *Het opvijzelen van de dienstverlenende beroepen*. Het aantal werknemers in de dienstverlenende sector neemt in alle geïndustrialiseerde landen gestadig toe. In New York, bijvoorbeeld, steeg hun aantal tussen 1952 en 1969 van 520000 tot 750000, terwijl in dezelfde periode het aantal werknemers in de directe produktieve sector daalde van 1,05 miljoen tot 850000. Helaas moeten we vermoeden dat dit weinig heeft bijgedragen tot een wezenlijke verbetering van de kwaliteit van het leven in New York.

Als we de kwaliteit van het leven werkelijk willen verbeteren, moeten we een post-industriële maatschappij in het leven roepen, waarin een tiende, of misschien zelfs een vierde deel van de bevolking buiten het economische leven staat, sommigen met vakantie, anderen met verlof voor het bijwonen van cursussen. Het is niet te voorkomen dat in een dergelijke wereld heel de uitgestrekte kust van de Middellandse Zee van begin tot eind in een soort Torremolinos zal veranderen. Maar als de vakantiegangers in geautomatiseerde hotels moeten verblijven, zal het leven nauwelijks de moeite waard zijn. Een ontspannen, beschaafde wereld vereist glimlachende, persoonlijke dienstverlening, maar natuurlijk geen *klasse* van bedienden. Iedereen, behalve misschien degenen in de vrije beroepen, zoals dokters (die in feite ook dienstverlenen), zou in een bepaalde periode van zijn leven een of ander beroep moeten leren en uitoefenen in de persoonlijke dienstverlening. We moeten het stempel van de slavernij, dat nog steeds op beroepen, zoals kok en werkster gedrukt zit, uitwissen.

Mijn vriend J. F. Engelberger deed een aardige suggestie: trek ze een uniform aan, zoals de Engelse portiers, de nacht-

wakers, of-de mooiste van allemaal-de stewardessen. Geef ze een speciale opleiding en een 'esprit de corps'. Ik zie dit als een model voor een sociale vernieuwing; een die gebruik maakt van een menselijke zwakheid voor een goed doel.

134 *Nieuwe onderwijsvormen: de open universiteit in Engeland.* De open universiteit is een boeiend experiment en misschien de kiem voor nog veel belangrijker ontwikkelingen. Het doel is een graad te geven aan al die mensen die 'de kans niet kregen', een erkenning die gelijkwaardig is aan een universitaire graad. Er is geen enkel bezwaar tegen om het experiment uit te breiden tot de nog grotere groep die wél de kans kreeg maar hem niet gebruikte. Elke student krijgt onderricht op vier manieren: via correspondentie, radio of televisie, zomercursussen (twee weken per jaar) en plaatselijk onderwijs. Een student die ongeveer tien uur per week wil werken, zal ongeveer vier jaar nodig hebben om in een gespecialiseerde richting een graad te behalen. Er moet schoolgeld betaald worden (140 pond voor een graad, 180 pond voor een gespecialiseerde studierichting), laag genoeg dat iedereen het zich kan veroorloven, hoog genoeg om niet zomaar op te geven. Iedere deelnemer moet twee basiscursussen volgen: naar keuze wiskunde, exacte wetenschappen, maatschappijleer of geesteswetenschappen. Men verwacht ongeveer 25 000 studenten in het eerste jaar.

135 *Nieuw onderwijs: de open-universiteit.* Volgens ervaren leerkrachten is de traditionele universitaire opleiding alleen geschikt voor misschien 5 procent, op zijn hoogst 12 procent van de bevolking. Dit zijn de personen met een IQ van 120 tot 125, op voorwaarde dat ze ook over voldoende wilskracht beschikken. Het is ook zo ongeveer het percentage goedbetaalde en sociaal hooggewaardeerde banen die de geïndustrialiseerde maatschappij te bieden heeft. (De suggestie, door sommige auteurs gedaan, dat de 'post-economische' maatschappij zich

zou ontwikkelen naar een bevolking van 100 procent 'hogere' beroepen, beschouw ik als baarlijke nonsens.) Maar de universiteiten in Frankrijk nemen al 25 procent, de 'colleges' in de Verenigde Staten al 50 procent van een generatie op. Geen wonder, dat een in Amerika uitgevoerd onderzoek (door de Yankelovich Organisatie, voor het blad *Fortune,* oktober 1968) aantoonde dat slechts 58 procent van de studenten verwachtte meer te verdienen en boeiender carrières te zullen maken door hun studie, terwijl voor de overigen 'het college' betekent. .. 'eerder de kans om misschien het een en ander te veranderen dan het binnen het bestaande systeem goed te doen.'

Al zullen de meeste van deze jonge rebellen misschien hun wilde haren verliezen als ze trouwen en een gezin moeten zien te onderhouden, we kunnen toch niet gelukkig zijn met een systeem waarin de universiteit faalt in zijn voornaamste functie: het overdragen van kennis en van de liefde voor kennis. Een nieuw soort onderwijs moet geschapen worden, een mengsel van amusement en opleiding, dat de minderbegaafden helpt de ingewikkelde beschaving waarin ze leven, te begrijpen. De technische middelen zijn nu beschikbaar: muziek, film, reizen, spel-het is aan de leerkrachten daarvan goede werktuigen te maken.

136 *'Education permanente'.* Het is ook de ervaring van leraren, dat volwassen mensen, boven de veertig, op avondscholen over het algemeen meer waardering opbrengen en prettiger leerlingen zijn dan de meeste jongeren. Deze mensen die hun avonden aan de studie opofferen, vormen natuurlijk een speciale groep. De meerderheid zal verlofweken, -maanden, of zelfs -jaren nodig hebben. Kennis die toeneemt met de jaren is nu het voorrecht van een kleine klasse van mensen die nooit ophielden met leren, en dit voorrecht moet aan iedereen ten deel vallen. Het zal natuurlijk een dure zaak zijn in termen van de economie van de schaarste, maar ook een vitale nood-

zaak in de super welvarende maatschappij van morgen. Lesgeven, na de leeftijd van veertig jaar, is een van de dienstverlenende beroepen waarvoor daartoe geschikte mensen kunnen worden opgeleid of omgeschoold, en iets om naar uit kunnen kijken in de jaren dat ze nog werken in de productieve sector.

137 *De 'morele tegenhanger van de oorlog'*. Hebben we enige vooruitgang geboekt op dit terrein sinds William James het probleem in 1905 voor het eerst stelde? In zekere droeve zin, ja. De moderne oorlog is geen 'morele' tegenhanger van de oorlog, zoals die nog was in de tijd van William James. Het gooien met atoombommen, of met bussen vol bacteriën op een vijandelijke stad geeft weinig bevrediging voor de agressieve instincten van de mens, het overhalen van handels en het drukken op een knop ter lancering van een intercontinentale raket nog minder. Ik heb eens geschreven dat de gevoelens van een oorlogspiloot tijdens de Slag om Engeland misschien weinig verschilden van de gevoelens van een ruiter bij Omdurman, maar sindsdien hebben we een fatale stap meer gezet in de richting van de ontmenselijking van de oorlog.

Het is zeer waarschijnlijk dat een psychologische tegenhanger van de oorlog zich spontaan in onze samenleving heeft ontwikkeld, maar die kan ook niet bepaald 'moreel' genoemd worden. In de vijfentwintig jaar sinds de laatste oorlog-een periode van ongekende stijging van de welvaart in de geïndustrialiseerde landen-zijn de geweldsmisdrijven angstwekkend in aantal toegenomen. In 1969 nam het aantal geweldsmisdrijven in Londen met 29 procent toe; in hetzelfde jaar steeg het aantal agressieve misdrijven in Nederland (van 185 in 1968) tot 199 per 100000 inwoners. De wetteloosheid begint een niveau te naderen, zoals dat misschien in de eerste dagen van het Wilde Westen gold, en dat ondanks een politie organisatie waarvan men in die kwade, oude tijden niet eens kon dromen.

Het grootste deel betreft geen individueel geweld dat voortkomt uit de bendegeest die een gedegradeerde vorm van de kameraadschap, de pelotonsgeest, in een leger is. De bende, de cel, is een enorm sterke eenheid. Hij is misschien beter te veranderen in een stoottroep voor een of ander goed doel dan uit elkaar te halen. Maar het moet worden toegegeven, dat zulke 'bendes met een goed doel' hun sterkste bindende kracht zouden verliezen: de afkeer van de maatschappij.

Alle idealistische denkers, van Plato tot Wells en Jefremow, zagen tenminste een gedeeltelijke oplossing in het vormen van een elitekorps uit de meest energieke individuen (Guardians, Samurai, de Herculeswerken), waarvan de opleiding een element van *hardheid* inhoudt. Het is zeer waarschijnlijk dat onze toegeeflijke maatschappij dit als een gezond principe zal moeten erkennen als ze wil voortbestaan. Hoe toegeeflijker een maatschappij, des te minder kans dat ze het redt zonder een harde leertijd.

Het was niet mijn bedoeling, in dit boek de problemen van de wereld op te lossen; wél wilde ik althans een aantal ervan onder de aandacht brengen van bewust denkende mensen, vooral van de jonge generatie. Ik hoop dat ik tenminste enkelen van hen heb doen inzien dat al deze problemen samen een uitdaging vormen, die heel wat opwindender en meer de moeite waard is dan de verovering van de ruimte.

Noten

1 Roderick Seidenberg: *Post-historic Man,* Chapel Hill, The University of North Carolina Press, 1950.

2 In twee lezingen voor de Science of Science Foundation, Londen, op 14 en 18 februari 1968.

3 Herman Kahn en Anthony J. Wiener: 'The next thirty-three years. A framework for speculation', *Daedalus,* zomer 1967, pp. 705-732. Dit verscheen iets later in boekvorm onder de titel: *The year 2000, a framework for speculation on the next thirty-three years,* Macmillan, New York, 1967.

4 Natuurlijk weet niemand precies wat subjectieve waarschijnlijkheid is. Als iemand die op 25 procent stelt, betekent dat-als het al iets zegt-dat hij een weddenschap zou aandurven van 3 tegen 1. Maar voor hoeveel? Een kwartje of vijfentwintig gulden?

5 Theodore J. Gordon en Robert H. Ament: *Forecasts of some technological and scientific developments and their social consequences,* IFF, R.6, september 1969. Zie ook Olaf Helmer, Theodore J. Gordon, Selwyn Enzer, Raul de Brigard, Richard Rochberg: *Development of long-range forecasting methods for Connecticut, a summary,* IFF, R.5, september 1969 en Olaf Helmer: *Political analysis of the Future,* IFF, R.1, augustus 1969.

6 Dit sluit kunstzinnige scheppingen uit. Een symfonie van Beethoven kan herhaald worden, maar niet toegepast. Aan de andere kant kunnen nieuwe vormen van orchestratie wel worden toegepast en die kunnen beschouwd worden als vernieuwingen.

7 Joseph A. Schumpeter: *Capitalism, Socialism and Democracy,* derde druk, Harper Brothers, New York, 1950.

8 Ik ben voor deze informatie dank verschuldigd aan S. L. Bragg, Chief Scientist, Rolls-Royce, en aan K.D.B.Johnson, hoofd van de afdeling procesontwikkeling, UKAEA, Harwell.

9 Ik dank voor deze informatie A.E. Willbourn, directeur van de afdeling plastics, ICI, Welwyn Garden City.

10 Voor de informatie, verwerkt in de laatste twee paragrafen, ben ik dank verschuldigd aan dr.B.C.Lindley, directeur Electric Research Association, Leatherhead.

11 De informatie over de huidige situatie van de brandstofcel dank ik aan J.J. Crawley van de NRDC en aan J.C.H. Hart, algemeen directeur van Energy Conversion Limited, Basingstoke, Hants, Engeland, de belangrijkste leiders van het project in Engeland.

12 De informatie over de zink-zuurstof-batterij dank ik aan de heer W. J. Arrol, directeur onderzoek, Joseph Lucas Ltd., Monk-spath, Warwickshire, Engeland.

13 In juli 1970 werd door SONY Corp. een experimentele auto aangekondigd, met een 3 kW-oplaadbare zink-zuurstof-batterij, die echter de helft de ruimte van een kleine auto in beslag neemt.

14 Professor Eric Laithwaite, Imperial College, Londen, was zo vriendelijk mij deze informatie te verschaffen.

15 De informatie over de VTOL werd mij verschaft door dr. S.G. Hooker, FRS, technisch directeur van Rolls-Royce Ltd., Bristol Aircraft Division.

16 Intussen is ook het werk aan het 'Delta'-model stopgezet, omdat de overheid niet meer bereid was fondsen beschikbaar te stellen. *(Noot vert.).*

17 Gedeponeerd handelsmerk, Bell Telephone Company.

18 De informatie voor de paragrafen 43-48, vooral de laatste, werd verschaft door prof. Stanley Gill, directeur van het Centre for Computing and Automation. Imperial College, Londen.

19 Wij moeten ons niet al te veel boven de machine verheven voelen, omdat we hem moeten vertellen wat hij met wat moet verbinden. De machine heeft tenminste geen neiging om instinctieve, foute associaties te maken. Tenminste vijftig eeuwen lang heeft de mens zijn lot verbonden met de stand van de sterren op het moment van de geboorte. Tot op de dag van vandaag, volgens Edward U. Condon, zijn er in de Verenigde Staten tienduizend mensen die hun brood verdienen met de astrologie, terwijl er maar tweeduizend werk vinden in de astronomie. De computer associeert ook geen oude vrouwen met hekserij.

20 De informatie in de paragrafen 54-56 dank ik aan J. F. Engelberger, directeur van Consolidated Controls Corporation, Bethel, Connecticut, Verenigde Staten; D.F.Cappell, manager van GNK Machinery Ltd., Wolverhampton, Engeland, en prof. M. W. Thring, Londen.

21 Voor een verpletterende aanval op de automatisering en al zijn werken, verduidelijkt aan de hand van een grote hoeveelheid documentatie, zie Ben B. Seligman: *Most notorious victory - Man in an age of automation,* The Free Press, New York, 1966.

Voor een optimistische, vergoelijkende lofzang op de automatisering, ook geïllustreerd met veel statistisch materiaal, zie Charles E. Silberman: *The myths ofautomation,* Harper & Row, New York, 1966. Het feit dat twee serieuze Amerikaanse geleerden tot zulke tegenstrijdige conclusies konden komen over de automatisering, deed mij ertoe besluiten de zeer goede Duitse gegevens van dr. Friedrichs te gebruiken in plaats van de Amerikaanse.

22 De Luddisten waren groepen Engelse arbeiders die omstreeks 1815 in Nottingham en omstreken machines in (textiel-)fabrieken verwoestten. De naam is afgeleid van die waaronder de vermoedelijke leider van de benden opereerde: 'General Ludd' of 'King Ludd'. *(Noot vert.)*

23 Walter Sullivan: *We are not alone,* McGraw-Hill, New York, tweede druk, 1966. (Ned. vertaling: *Signalen uit het heelal,* Wetenschappelijke Uitgeverij NV, Amsterdam, 1966.)

24 Zie voor een angstaanjagende opsomming: *Unless Peace Comes,* onder redactie van Nigel Calder en Allen Lane. The Penguin Press, Londen, 1968.

25 Om eerlijk te zijn tegenover de apen: sommige soorten schijnen het stadium van het stampatriotisme bereikt te hebben. Robert Ardey beschrijft in zijn *African Genesis* een merkwaardige observatie van de Zuidafrikaanse amateur-dierkundige Eugene Marais. Op een avond zag hij hoe een troep bavianen beslopen werd door een luipaard, die op een rotspunt klaar stond om te springen. Toen zag hij twee mannetjes bavianen stilletjes boven het luipaard klimmen, en zich tegelijk boven op hem werpen. Ze waren in een ogenblik dood, maar het luipaard was ook dood - zijn slagader was door een van de heldhaftige bavianen doorgebeten.

26 Een geestdriftige aanval op de verschrikkingen en de gevaren van de urbanisatie kan men vinden in het boek van E. J. Mishan: *The Costs of Economie Progress,* Staples Press, Londen, 1967, pag. 74-106. Mijn eigen ideeën staan het dichtst bij die van Lewis Mumford, die hij met stijl en overgave op papier zette in een lange reeks omvangrijke boeken, in de loop van veertig jaar.

27 Ariel Alexandre stelt in een studie over de geluidshinder door vliegtuigen (Centre d'Etudes et des Recherches d'Antropologie Appliquée, 1970), dat het terugbrengen van het lawaai van een straalvliegtuig van 130 dB tot 110 dB de kosten per ton/km met 70 procent zou verhogen en een terugbrengen van het lawaai tot 105 dB de kosten per ton/km met 14 procent zou doen stijgen.

28 Bij dit onderdeel kreeg ik hulp van mijn broer André Gabor, van de afdeling Economie van de University of Nottingham, waarvoor ik hem zeer erkentelijk ben.

Register

Achterkaft van de Engelse versie:

DENNIS GABOR
Innovaties
Wetenschappelijk, technologisch en sociaal

Dr. Gabor's stimulerende en ongewone voorspelling van menselijke innovaties evalueert honderd zeer belangrijke technologische en biologische uitvindingen die waarschijnlijk binnen de komende vijftig jaar kunnen worden verwacht. De prijswinnende natuurkundige wijst naar de hedendaagse 'mismatch' tussen onze geavanceerde technologie en achtergebleven sociale instellingen, en beschrijft zevenendertig sociale innovaties of hervormingen die nodig kunnen zijn als verdediging tegen sociale crisis of instabiliteit.

Enkele reacties op *"Innovaties":*

"Deze briljante analyse daagt de oppervlakkige aannames, de verouderde verbintenissen en de automatische voorspellingen van de modieuze 'futurologen' uit. Dit gevoelige en uitgebalanceerde overzicht van de menselijke mogelijkheden, afkomstig van een vooraanstaand elektronica-fysicus en tevens een vooraanstaande uitvinder, zou het huidige denken over de toekomst moeten bevrijden van zijn technocratische obsessies en bureaucratische dwang"

-Lewis Mumford

"Hoewel gebaseerd op bestaande kennis, is de blauwdruk van Dr. Gabor op zijn minst uitdagend te noemen .... Het is een zeldzame ervaring voor een recensent om een boek als dit tegen te komen waarin elk woord telt. Een wijs, geestverruimend boek."

- John Barkham. Saturday Review Syndicate

'We leven in een tijdperk van dwangmatige innovatie; en in dit opmerkelijk beknopte werk geeft Dennis Gabor ons een wijze en humane voorspelling van de gevaren en mogelijkheden van onze technologische toekomst."

-Arthur Schlesinger. jr.

Dennis Gabor is de uitvinder van holografie en de schrijver van ***Inventing the Future.***

Oxford University Press, New York
Cover design by Egon Lauterberg

'De toekomst kan niet worden voorspeld; men kan echter wel mogelijke toekomsten uitvinden.' Met deze zin uit zijn ***Blauwdruk van de toekomst*** (Pantoskoop, 1964) worden denk- en werkwijze van professor Dennis Gabor kort en bondig gekarakteriseerd. Zijn leven lang werkt hij aan uitvindingen en vernieuwingen en - wat op zijn minst zo belangrijk is-analyseert hij op boeiende manier zowel de positieve waarde ervan voor de mensheid van nu en straks.
In ***Vernieuwing en uitdaging*** is het niet anders. In 137 strak gecomponeerde paragrafen geeft Gabor een kritisch overzicht van ontwikkelingen die wij in de komende vijftig jaar mogen verwachten. Uiteraard worden de nuttige aspecten van technische uitvindingen, biologische vernieuwingen en sociaal-economische hervormingen afgewogen tegen de gevaren en bedreigingen die zij via hun neveneffecten kunnen opleveren. Gabor draagt geen pasklare oplossingen aan, maar noemt wel een reeks mogelijkheden via welke de samenleving zich tegen deze negatieve invloeden kan wapenen. Het op gang brengen van de discussie-dat stelde de redactie van 'Science and Engineering Policy Series' zich ten doel. Dat zij professor Gabor uitnodigde haar hierin te steunen, mag zowel een eer als een logische keuze worden genoemd.

DENNIS GABOR, in 1900 te Boedapest geboren, kwam in 1934 naar Engeland, waar hij in 1948 hoogleraar in de toegepaste elektronica werd. In datzelfde jaar vond hij het principe uit van de holografie, een vorm van elektronische fotografie met een zeer grote vergrotingsfactor. Sinds 1963, toen men gebruik kon maken van lasers, heeft de holografie zich op velerlei gebied stormachtig ontwikkeld.

PANTOSKOOP *brengt Nederlandse en vertaalde studies van hoog niveau over vraagstukken die nu en in de nabije toekomst van beslissende betekenis kunnen zijn voor de ontwikkeling van de mensheid.* PANTOSKOOP *staat borg voor deskundige voorlichting, maar acht zich niet gebonden aan een bepaalde richting.*

ISBN 90 214 2529 7



